This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (ITU) والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

JOURNAL TÉLÉGRAPHIQUE

PUBLIÉ PAR

LE BUREAU INTERNATIONAL

DES

ADMINISTRATIONS TÉLÉGRAPHIQUES.

Abonnements (port compris).

Un an: Suisse, fr. 4.40; Europe, Etats-Unis, Canada, Algérie, Egypte, Tunisie, 5; Amérique du Sud, sauf la Bolivie, le Chili et le Paraguay, Antilles, Cap de Bonne-Espérance, Chine, Indes britanniques et néerlandaises, colonies françaises, Japon, 6; Australie, Bolivie, Chili, Paraguay, etc., 7.

Un numéro isolé, fr. 0.40, port non compris.

Avis.

Le montant de l'abonnement doit être transmis franco à **M. L. Curchod, Directeur du Bureau International, à Berne**, au moyen d'un mandat sur la poste, ou à défaut, d'une traite à vue sur la Suisse.

En Suisse, en Allemagne et en Autriche-Hongrie, l'on peut s'abonner par l'intermédiaire des bureaux de poste.

VI^e Volume. — 14^e année. **N° 9.** ***Berne, 25 Septembre 1882.***

SOMMAIRE.

I. L'Exposition internationale d'électricité, par M. Rothen, Directeur-adjoint des télégraphes suisses: IX. Horloges électriques. — II. Quelques notes sur la télégraphie, par M. C. A. Nyström, Chef du bureau technique de l'Administration des télégraphes de Suède: II. Sur l'appréciation de la capacité de fonctionnement des lignes aériennes. — III. Les progrès récents en téléphonie, par Mr. W. H. Preece, Electricien en chef de l'Administration britannique (traduit de l'anglais sur une communication de l'auteur). — IV. Conférence de M. Melsens sur les paratonnerres (extrait des *Annales télégraphiques)*. — V. Nécrologie: S. Ex. M. le Général de Lüders, Conseiller privé, Directeur Général des télégraphes de Russie. — VI. Sommaire bibliographique. — VII. Nouvelles.

L'Exposition internationale d'électricité,

par M. ROTHEN,

Directeur-adjoint des télégraphes suisses.

IX. Horloges électriques.

L'augmentation des moyens de communication et leur accélération continuelle rend de plus en plus impérieuse la nécessité de connaître le temps exact. Les trains partant à des moments réglés aux minutes, le départ et l'arrivée des télégrammes sont également indiqués à la minute et l'on ne saurait plus tolérer aujourd'hui les différences que présentaient entre elles autrefois les indications des horloges d'une même ville. Ces considérations ont fait naître l'idée de recourir à l'électricité pour régler uniformément toutes les horloges d'un même lieu. Voilà déjà quarante ans qu'ont paru les premières horloges mises en mouvement par l'électricité et, depuis cette époque, il a été imaginé une multitude de systèmes différents, dont nous avons déjà eu occasion de parler en différentes circonstances et notamment dans notre compte-rendu de l'Exposition universelle de 1878 (voir *Journal télégraphique*, vol. IV, pages 483 et suivantes). A l'Exposition d'électricité de 1881, cette catégorie de produits était, comme la chose se comprend facilement, représentée d'une façon plus complète qu'en 1878. Toutefois et, d'une manière générale, l'horlogerie électrique ne nous paraît pas avoir fait des progrès marqués. La plupart, en effet, des systèmes exposés étaient connus depuis longtemps. On ne saurait dire non plus que l'emploi de ces horloges ait pris beaucoup d'extension depuis une dizaine d'années. Il semble qu'elles soient tombées en défaveur auprès du public, et cette défaveur, croyons-nous, provient d'une déception. Trop confiant dans la puissance de l'électricité, le public se plaisait à doter les horloges mues par ce système d'une infaillibilité qu'elles n'ont malheureusement pas, et quand l'expérience l'a fait revenir de ses illusions, il a, par un sentiment de réaction trop commun, exagéré ses défiances, comme il avait auparavant exagéré ses espérances.

La régularité du fonctionnement d'une horloge électrique dépend, en effet, de tant d'éléments qu'il est bien rare qu'elle ne présente, au bout d'un certain temps, quelques défaillances. D'abord, c'est le régulateur qui peut manquer, ou bien le courant électrique qui fait défaut ou aussi l'horloge qui ne répond pas à l'action du courant. Le défaut qui se rencontre le plus fréquemment est le manque du courant. Il est si difficile de produire une série d'un grand nombre de contacts consécutifs dont aucun ne fasse défaut. Sur la base d'un par seconde, le nombre des contacts par jour n'est pas moins de 86.400. Or, n'est-ce pas beaucoup exiger que de vouloir que sur une pareille quantité il ne se produise aucune défaillance? Beaucoup de systèmes d'horloges électriques sont aussi influencés par l'électricité

atmosphérique et par les courants terrestres, ce qui entraîne une nouvelle série de dérangements.

Une horloge électrique dérangée induit plus facilement en erreur qu'une horloge ordinaire car, au moment de l'observation, elle peut avoir une marche régulière et pourtant avoir subi auparavant un dérangement qui ne se corrige plus de lui-même. Au contraire, une horloge ordinaire marche ou ne marche pas, mais elle ne saurait s'arrêter pour reprendre ensuite sa marche d'elle-même. La différence du temps indiqué avec le temps vrai ne peut jamais être aussi grande que c'est quelquefois le cas pour des horloges électriques.

Tous ces inconvénients inhérents aux horloges électriques ont donné naissance à un nouveau système, système mixte, où l'électricité n'intervient que pour la remise à l'heure. Dans ce système, ce sont des horloges ordinaires qui, au moyen d'un courant électrique émis par exemple toutes les heures, sont ramenées à ce moment au temps vrai. Une émission de courant perdue n'a plus grande importance, car l'horloge continue à marcher et si la correction ne s'opére qu'une heure plus tard, l'intervalle reste trop court pour qu'il puisse y avoir un grand écart entre les indications de l'horloge et le temps vrai. C'est dans cet ordre d'applications que la ville de Paris a fait récemment des études très-complètes. En Angleterre également, on paraît disposé à revenir du système des horloges électriques proprement dites à celui de la simple remise à l'heure par l'électricité que l'on commence à appeler le système de l'unification de l'heure. Sous cette dénomination peuvent se ranger tous les essais qui tendent d'une manière quelconque, électrique ou non, à faire indiquer à toutes les horloges placées dans un rayon plus ou moins étendu, par exemple dans les limites d'une ville, la même heure exacte.

On peut partager les horloges électriques en trois catégories:

a) celles où le remontage périodique est remplacé par l'action de l'électricité et qui ne sont pas en communication avec d'autres horloges;

b) celles qui sont mues par un courant électrique arrivant d'une horloge type;

c) celles où l'électricité n'intervient que pour la remise à l'heure.

Ces trois catégories étaient représentées à l'Exposition.

Catégorie a. Les exposants les plus importants de ce genre d'horloges étaient MM. Hipp, Schweizer, Lemoine et Bizot. La pièce principale était un pendule astronomique de M. Hipp, installé sur l'escalier qui conduisait à la salle du Congrès. Ce pendule battant les secondes appartient au système qu'a décrit déjà le *Journal télégraphique* (voir vol. IV, page 483). La lentille se compose d'un verre cylindrique rempli de mercure et la compensation pour les différentes températures s'obtient au moyen de ce métal liquide dont la colonne monte avec l'accroissement de la température et de la tige du pendule dont l'allongement a lieu, au contraire, par en bas. La hauteur de la colonne de mercure est choisie de façon que les deux mouvements s'annulent et que le centre de gravité reste toujours au même point. Le pendule avec ses contacts électriques et son électro-aimant est enfermé dans un cylindre en verre d'environ 18 centimètres de diamètre que ferment hermétiquement par en haut et par en bas deux plaques métalliques maintenues adhérentes par des rondelles en caoutchouc. A l'intérieur du tube en verre, l'air est raréfié de sorte que la pression n'atteint que de 6 à 8 centimètres. Un baromètre permet d'observer et de maintenir cette hauteur sans changement, car l'on a constaté que les variations de la pression atmosphérique ne sont pas sans influence sur le mouvement d'un pendule. Une augmentation de la pression de 1^{mm} correspond à un retard de 0,093 sec. pendant 24 heures. Les frottements sont réduits à leur minimum; il n'y a point d'engrenages, de pivots ni d'huiles. Toutes les mesures sont donc prises ainsi pour rendre le mouvement de ce pendule aussi uniforme que la chose est possible. Ce pendule est destiné à l'Observatoire de Neuchâtel. Il sera installé dans la cave d'où il enverra à chaque seconde le courant électrique à plusieurs horloges disposées dans le bâtiment de l'Observatoire. Pour éviter que les contacts soient brûlés, l'on a eu recours au système décrit déjà dans le *Journal télégraphique* (vol. IV, page 484).

M. Hipp avait aussi exposé un petit régulateur à pendule battant les secondes, dont le mouvement est entretenu de la même manière. Ce régulateur peut actionner une soixantaine d'autres pendules au moyen de courants émis à chaque seconde.

Les pendules Schweizer ont un extérieur gracieux. Le système est nouveau, mais il n'en est ni meilleur ni pire que beaucoup d'autres. Les figures 31 et 32 montrent le mouvement de ce pendule vu de côté et par derrière. A est la roue montée sur l'axe principal; elle engrène par en haut dans un pignon de la roue C, laquelle engrène dans le pignon *r* de la roue d'échappement. Cet échappement à ancre est visible sur le cadran entre le centre et midi. L'axe principal porte entre la platine et le cadran le rouage du mouvement de l'aiguille des minutes. L'horloge marche, si une force, par exemple le ressort du barillet, agit sur l'axe principal. A la place de ce ressort de barillet se trouve le ressort *a* qui butte contre la goupille *b* et est infléchi par elle; mais l'action du ressort cesserait bientôt si la goupille *b* était

Fig. 31.

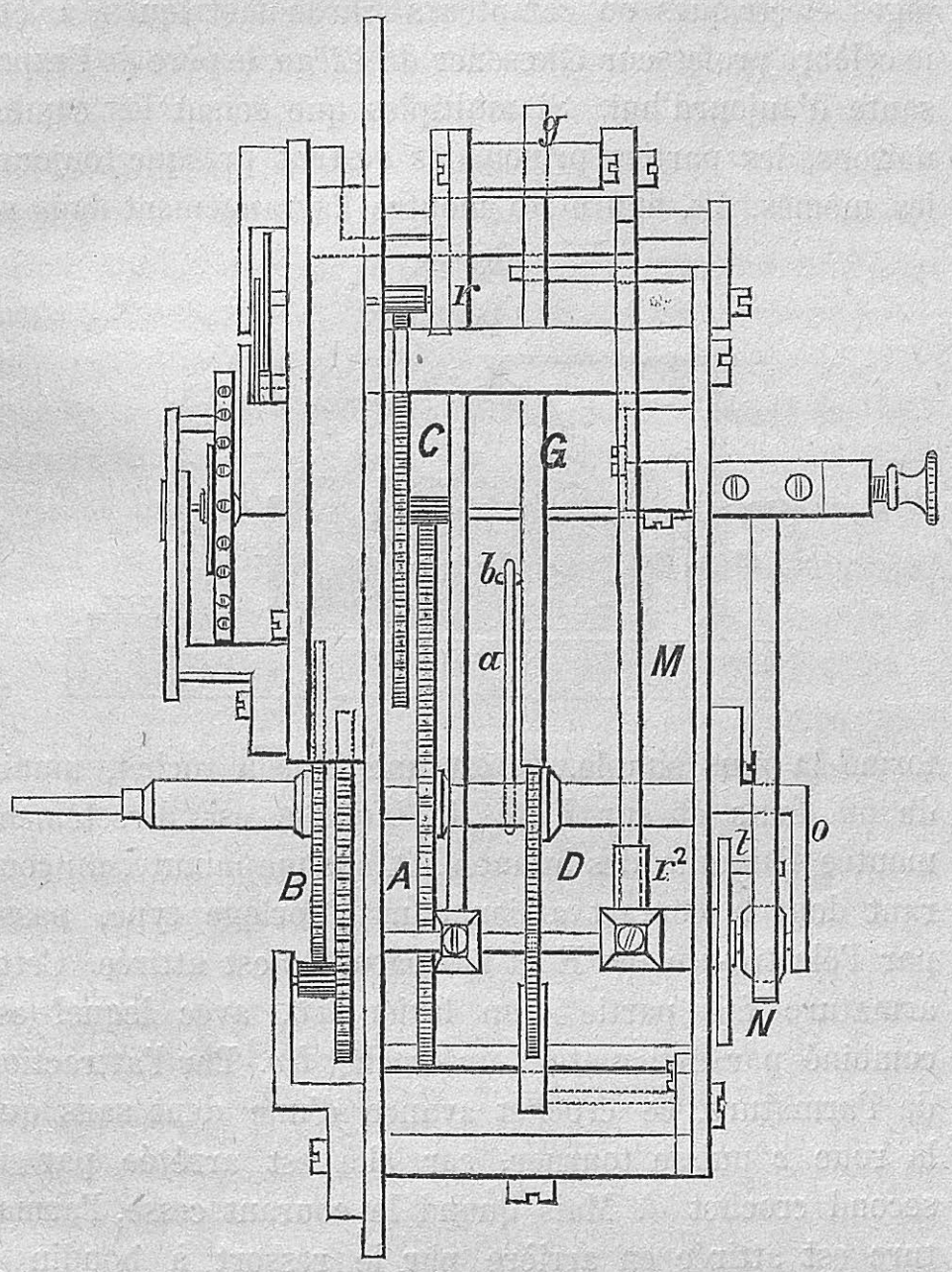
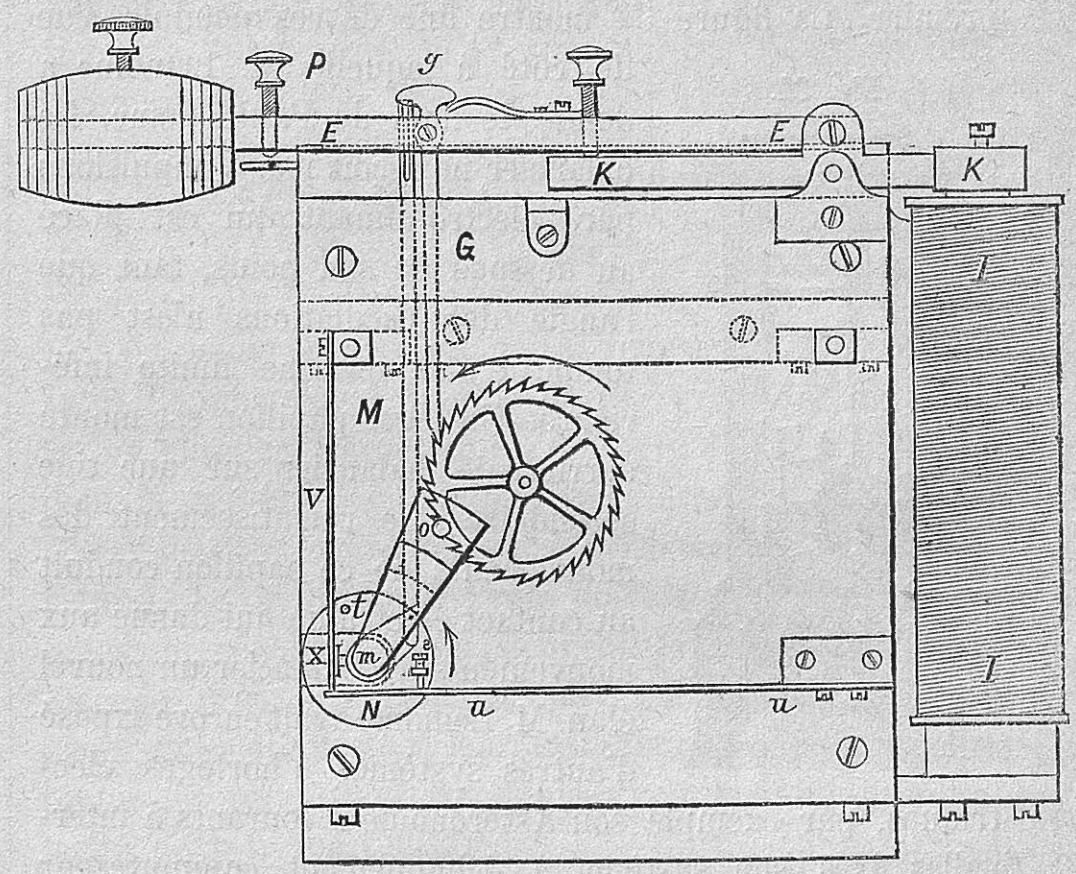
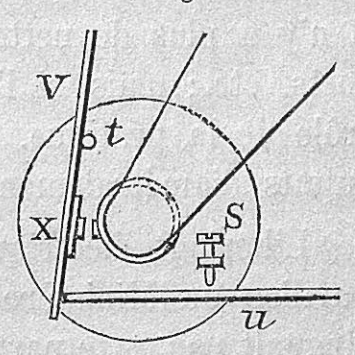


Fig. 32.



immobile. Pour éviter ce résultat, la goupille est fixée à la circonférence de la roue D que pousse la tige verticale G dont on voit la tête *g* dans la figure 32. La tige G reçoit son action du levier EE que termine le poids P. Le ressort *a* est donc toujours tendu par suite de l'avancement de la roue D dans la direction de la flèche, avancement que produit le poids P. Mais ce poids arrive bientôt à sa position inférieure où il ne peut plus agir sur la tige G et la roue D. C'est le moment où l'électricité entre en jeu de la manière suivante pour remonter de nouveau le poids. A côté de la tige verticale G, qui enclanche dans la roue D, il existe une seconde tige M, pointillée dans la figure 32. Cette tige est en communication avec le levier *m* et le disque N, qui tourne dans la direction de la flèche quand la tige M monte et dans la direction opposée quand elle descend. Le disque porte en *t* une goupille et en S une vis qui agissent alternativement sur les ressorts V et *u*. Quand la tige M se trouve dans sa position la plus élevée, la goupille *t* presse contre le ressort V et l'éloigne de son contact en X, mais simultanément la vis S se retire du ressort *u*, celui-ci monte et empêche le retour du ressort V au contact X. La position des ressorts est alors celle qu'indique la figure 33. Cette position est maintenue pendant la descente du poids P, mais pendant cette descente la vis S s'approche de plus en plus du ressort *u*, finit par le toucher, le presse en bas jusqu'à ce qu'il se détache du ressort V, ce qui a lieu quand le poids P est arrivé à son extrémité inférieure. Le ressort V fait contact en X, un courant électrique est émis à travers l'électro-aimant I, l'armature K est attirée, fait remonter le poids P et la descente peut commencer de nouveau. Avec l'élévation du poids, les ressorts *u* et V reviennent à la position indiquée par la figure 33 et le contact qui n'a duré qu'un instant est de nouveau interrompu. Le remontage du poids a lieu toutes les 20 ou 30 secondes; une petite pile Leclanché de deux éléments, cachée dans le socle de la pendule, fournit le courant nécessaire. Le réglage de l'horloge se fait par le déplacement du poids sur son levier.

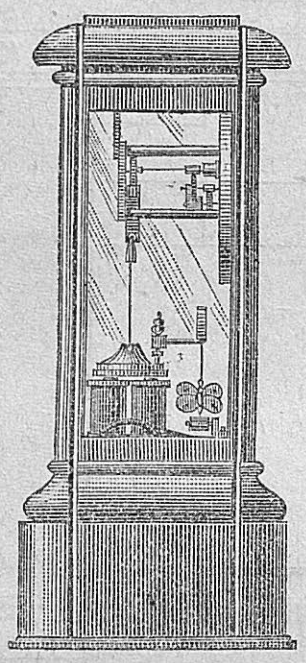
Fig. 33



A notre avis, la valeur de semblables horloges électriques est très-discutable. L'entretien de la pile est finalement beaucoup moins commode que le remontage régulier tous les 8 ou 15 jours au moyen d'une clef. Ces horloges sont achetées par des amateurs de curiosités, souvent dans le seul but d'en faire parade, mais c'est là tout leur domaine d'application.

La même observation s'applique aux horloges électriques de M. A. Lemoine. Ces horloges ont aussi un extérieur séduisant; elles sont même plus élégantes que celles de M. Schweizer. Le système est celui que, si nous ne nous trompons pas, M. Hipp a employé le premier. La figure 34 montre une de ces pendules vue de côté à laquelle M. Lemoine a donné le nom de Papillonome. Le balancier ne reçoit pas d'impulsions par l'électro-aimant qui est placé au dessous de son poids, tant que l'angle des oscillations n'est pas tombé à une certaine limite inférieure. Un léger papillon est monté derrière le balancier sur une tige secondaire. Le ralentissement des mouvements de ce papillon conduit au contact électrique qui donne aux mouvements du balancier un nouvel élan. M. Lemoine avait encore exposé d'autres systèmes d'horloges électriques, par exemple son Astéronome à courants à intervalles fixes, son système à échappement commutateur et aussi une horloge avec sonnerie électrique.

Fig. 34.



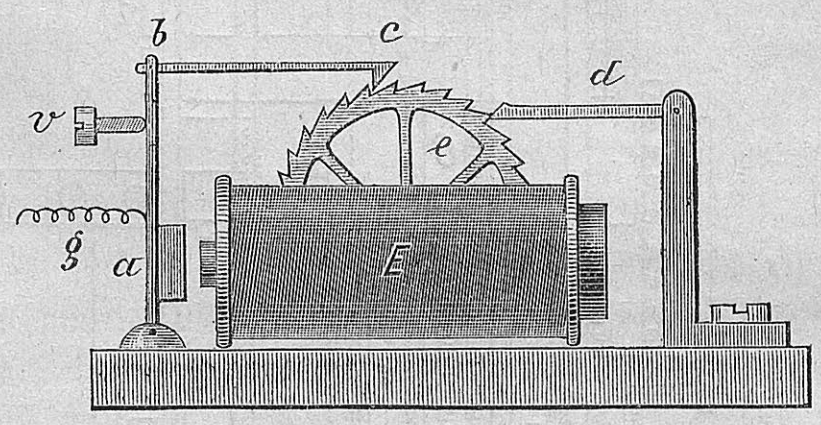
Les inventeurs et fabricants de ces sortes de pendules ne manquent pas de vanter les avantages du système électrique. Selon eux la pile dure deux ans sans y toucher, le renouvellement est d'un prix insignifiant, il n'y a plus de nettoyages fréquents ni de bris de ressorts, etc.; mais si l'on soumet ces assertions au contrôle de la pratique, on arrive trop souvent à des résultats diamétralement opposés.

L'horloge électrique Bizot, qui était placée dans le pavillon du Ministère des postes et télégraphes, se distinguait par cette particularité que, sauf l'électro-aimant et quelques organes accessoires en fil de fer, toutes les pièces étaient en bois. Malgré l'emploi d'une matière aussi peu docile, cette pendule fonctionnait avec une régularité remarquable. Pour la manière dont l'électricité y produisait le mouvement des aiguilles, elle se différenciait sensiblement de la masse des horloges de ce genre. L'idée originale qui avait inspiré la fabrication de cette horloge lui attirait beaucoup de visiteurs.

Catégorie b. Les cadrans n'ayant d'autre rouage que les roues du mouvement des aiguilles, d'autre force que celle d'un régulateur, transmise électriquement, étaient représentés par beaucoup d'exposants, parmi lesquels nous citerons spécialement M^lle^ Glœsener, MM. Thomas, Boukaert, M^me^ de Vos, de Belgique, M. Gerosa, d'Italie, MM. de la Roche, Mildé, Lepaute, Garnier, de France, M. Hipp, de Suisse.

Un des premiers inventeurs de cette espèce d'horloges électriques ou compteurs chronométriques a été le célèbre professeur Glœsener de Liège, le père de l'exposante d'aujourd'hui. Si multiples que soient les combinaisons, les parties principales restent presque toujours les mêmes. La figure 35 montre l'arrangement dans sa

Fig. 35.



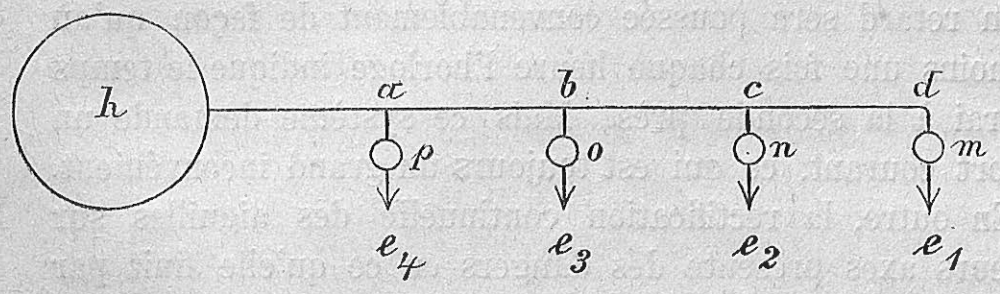
forme la plus simple. *e* est une roue à rochet, munie de 60 dents et sur l'axe de laquelle est directement montée l'aiguille des minutes. A chaque minute, un courant dont le contact a lieu dans l'horloge type, passe par l'électro-aimant E et l'armature *a* est attirée. Cette armature fait partie d'un levier *a b*, avec lequel est combiné par articulation un crochet *b c*. Par l'attraction de l'armature, ce crochet avance d'une dent sans que la roue *e* puisse tourner, car elle est arrêtée par le second crochet *d*. Mais quand le courant cesse, l'armature est attirée en arrière par le ressort à boudin *g* jusqu'à ce que le levier *a b* butte de nouveau contre la vis *v*. Ainsi la roue à rochet avance à chaque minute d'une dent et fait une rotation complète en une heure.

Quelquefois l'électro-aimant est vertical, ou bien il y a un rochet double pour l'avancement du rouage, ou enfin l'arrangement des leviers est plus compliqué et leur action moins directe. Souvent aussi l'avancement du rouage a lieu au moment de l'attraction; mais le système indiqué plus haut est préférable, car la force agissant sur le rouage est alors constante, que la pile soit faible ou forte. M. Glœsener avait l'idée de s'affranchir complètement des piles. A cet effet, il a combiné avec l'horloge type un fort électro-aimant polarisé avec armature attirée. L'horloge type laisse tomber, au bout de chaque minute, sur l'armature un poids qui l'arrache des pôles de l'aimant et il se produit alors dans le fil des bobines un courant d'induction qui fait marcher tous les compteurs chronométriques intercalés dans le circuit.

Quand plusieurs cadrans sont intercalés dans le même circuit, il vaut mieux les placer en dérivation qu'en série, car dans le second cas une interruption qui se produit dans un des cadrans influence tous les autres, tandis qu'en dérivation le dérangement se restreint à ce seul cadran. Mais en dérivation il faut calculer la

résistance de chaque compteur suivant la distance de l'horloge type et ajouter des résistances auxiliaires en conséquence.

Fig. 36.



Soit (fig. 36) h l'horloge type et ad un circuit avec 4 cadrans dérivés.

la résistance $ab = 10$ ohms
» $bc = 20$ »
» $cd = 30$ »

La résistance du cadran m, y compris la terre $e_1 = 160$ ohms. Quelle doit être la résistance des autres cadrans n, o et p avec leurs terres respectives e_2, e_3 et e_4 pour que tous les cadrans reçoivent le même courant?

La résistance ce_2 doit être égale à cde_1, donc de 190 ohms; la résistance combinée de cde_1 et de ce_2 est de 85 ohms. En y ajoutant $bc = 20$ ohms on a, depuis b dans la direction de d, une résistance totale de 105 ohms. La résistance be_3 doit être le double, donc $be_3 = 210$ ohms. Les résistances combinées de be_3, bc, ce_2, cd et de_1 donnent $\frac{210 \times 105}{210 + 105} = 70$; donc la résistance totale de a dans la direction de d est de 80 ohms. La résistance de ae_4 doit être triple, par conséquent de 240 ohms. Soit la résistance de la terre e_1, e_2, e_3, $e_4 = 5$ ohms, alors les différents cadrans doivent avoir les résistances suivantes:

$m = 155$ ohms
$n = 185$ »
$o = 205$ »
$p = 235$ »

Dans ces conditions, les courants ont la même force dans tous les cadrans.

Catégorie c. En ce qui concerne la remise à l'heure ou l'unification de l'heure, c'est l'exposition contenue dans le pavillon de la ville de Paris qui présentait ce qu'il y avait de plus complet. Les systèmes qu'on rencontrait dans d'autres parties du Palais faisaient partie des expositions particulières de ceux qui avaient pris part au concours ouvert par la ville.

Depuis nombre d'années, la ville de Paris s'est préoccupée de l'indication de l'heure exacte par les horloges publiques. L'on a essayé les compteurs chronographiques. Depuis 1878, l'on a aussi fait des essais avec des horloges pneumatiques, système Popp, qui, sous une forme perfectionnée et avec la dénomination d'horloges hydro-électro-pneumatiques, ont fait leur réapparition à l'Exposition de 1881. Aucun de ces systèmes ne paraît avoir donné des résultats complètement satisfaisants, car la ville a nommé, il y a quelques années, une commission spéciale pour l'étude du meilleur système de l'unification de l'heure. Suivant l'avis de cette commission, il faut renoncer à tout système d'horloges purement électriques comme sujet à trop de défaillances et, adoptant un système mixte, limiter le rôle de l'électricité à la régularisation de l'heure, en d'autres termes, employer des horloges ordinaires qui, à des intervalles plus ou moins rapprochés, soient remises à l'heure exacte. Dans l'application à la ville de Paris, ce système exige un ou plusieurs garde-temps, horloges de haute précision dont la marche est vérifiée régulièrement d'après les déterminations astronomiques permanentes de l'Observatoire. Le ou les garde-temps doivent avoir une marche tellement régulière qu'ils donnent le temps vrai à la seconde près; ils ne sont pas publics, car dans le choix du local affecté à leur installation, il faut prendre toutes les précautions nécessaires pour garantir la régularité de leur fonctionnement.

Ces garde-temps sont en communication avec un certain nombre de centres horaires ou régulateurs types à aiguille à secondes, par exemple un dans chaque arrondissement. Les centres horaires sont de grandes horloges qui décorent les monuments publics. Ils sont également d'une fabrication soignée, cependant pas au point d'accuser toujours le temps vrai jusqu'à la seconde près. Mais puisqu'il est désirable d'obtenir, au moins à des moments connus d'avance, cette exactitude du temps vrai, ils le donnent à l'instant où ils sont électriquement remis à l'heure par les garde-temps. Chaque centre horaire règle le temps d'un certain nombre d'horloges publiques. Ces horloges publiques peuvent être grandes ou petites, anciennes ou nouvelles, horloges de clochers, de candélabres ou suspendues contre les façades des maisons ou aux coins des rues. En général, le mécanisme de la remise à l'heure doit être tel qu'on puisse, sans trop de frais, l'appliquer à tout système d'horloge existante.

Tel est le plan général qu'a tracé la Commission de l'unification de l'heure. Elle estime que ce projet présente, sur tous les autres systèmes, plusieurs avantages, et même qu'il est l'expression la plus rationnelle et la plus vraie de l'horlogerie électrique, la seule réalisable dans la pratique et la seule qui donne des résultats satisfaisants. Parmi les différents avantages que présente ce système, nous citerons les suivants:

1° L'électricité n'entrant en jeu qu'une fois toutes les heures, l'usure de la pile est beaucoup moindre

et il faut beaucoup plus de temps pour que les contacts soient brûlés. L'on peut, pour les communications électriques, utiliser les fils télégraphiques, puisque l'on n'a besoin, par 24 heures, de les détourner de leur service régulier que pendant une durée totale de 2 minutes environ. L'établissement du système en devient beaucoup moins coûteux.

2° Le manque d'un contact est pour ainsi dire insignifiant et les erreurs résultant de ce manque de contact ne peuvent pas s'accumuler, puisque les horloges continuent leur marche comme des horloges non électriques quand, par un défaut quelconque dans le système électrique, la remise à l'heure n'a pas eu lieu.

3° Toute pendule ordinaire peut entrer dans le système.

Maintenant se présente une question importante. Par quel procédé remettre électriquement les horloges à l'heure exacte? Pour résoudre ce problème, la commission est entrée, à notre avis, dans la meilleure voie. Au lieu de se déterminer par des considérations théoriques, elle a ouvert un concours entre les plus habiles constructeurs de Paris, en les laissant libres de choisir le procédé qui leur paraîtrait atteindre le mieux au but proposé. Chaque constructeur disposera d'un centre horaire avec les horloges en dépendant, pour soumettre son système au contrôle de la pratique, et celui des différents systèmes qui se montrera ainsi le plus pratique et le plus sûr sera alors adopté définitivement. Les essais ne sont pas encore arrivés à ce résultat final, mais le Pavillon de la ville de Paris montrait les différents systèmes de remise à l'heure dans une exposition d'ensemble du plus haut intérêt et qui constituait certainement la partie la plus saillante de l'Exposition en ce qui concerne l'horlogerie électrique.

De ces différents systèmes les plus caractéristiques et les plus importants sont les suivants: rectification de la position des aiguilles, système de MM. Bréguet, Collin et Garnier; réglage en avance, systèmes de MM. Borel, Collin, Rédier et Tresca; désembrayage du rouage avec réglage en retard, systèmes de MM. Fenou, Garnier, Rédier et Tresca et enfin, système mixte approprié au réglage en avance ou en retard de M. Collin.

La remise à l'heure par la rectification de la position des aiguilles est en principe une solution des plus simples, qui peut se réaliser de différentes manières. Supposons deux leviers placés chacun d'un côté du chiffre XII du cadran et qui, au moment où le temps vrai passe de la 60e seconde de la 60e minute à la première seconde de la minute suivante, se rejoignent comme les deux lames d'une pince ou d'une paire de ciseaux, sous l'action de deux électro-aimants que traverse un courant de courte durée. Alors l'aiguille des minutes si elle a avancé, sera ramenée en arrière, et si elle est en retard sera poussée convenablement de façon qu'au moins une fois chaque heure l'horloge indique le temps vrai à la seconde près. Mais ce système demande un fort courant, ce qui est toujours un grand inconvénient. En outre, la rectification continuelle des aiguilles sur leurs axes présente des dangers en ce qu'elle finit par détruire le frottement.

Le réglage en avance est plus convenable, car il ne demande qu'un courant faible et ne porte pas atteinte au mécanisme des horloges. Les horloges sont réglées de telle façon qu'elles avancent légèrement, par exemple d'une demi-minute par heure. A la 59e minute, un coin, fixe vient se placer devant une entaille de la roue des minutes et ne la laisse plus avancer jusqu'à la fin de la 60e minute. En même temps le rouage des minutes est désembrayé des autres parties de l'horloge et le balancier bat à vide. Le point faible de ce système c'est le degré d'avance qu'il faut donner à l'horloge. S'il est trop court, il peut arriver que, par un changement brusque de la température ou par d'autres causes, l'avance se transforme en un retard et que le système ne joue plus. Si le degré est trop long et qu'un contact vienne à faire défaut, l'horloge prend en deux heures une avance telle que l'entaille a déjà passé le coin lorsque celui-ci est sur le point de s'y enfoncer et alors encore le système ne joue plus.

Le désembrayage du rouage se base sur cette condition que toutes les horloges sont réglées en retard. A la fin de la 60e seconde de la 60e minute de chaque heure, tout le rouage de l'horloge avec son poids ou ressort est détaché ou désembrayé de la roue d'échappement et du balancier, et comme la chute du poids n'est plus arrêtée par le balancier, le rouage en retard arrive instantanément à l'heure juste.

Dans son système mixte, M. Collin a cherché à réunir les avantages des deux systèmes précédents. L'horloge peut être réglée en avance ou en retard, le courant la ramène néanmoins toutes les heures au temps vrai, au moyen d'un électro-aimant à deux palettes dont l'une est en fer doux, l'autre en acier aimanté. Le courant change de sens; avec une des deux directions du courant les deux palettes sont attirées et l'avance est corrigée, tandis que le courant opposé repousse la palette aimantée et n'attire que la palette en fer doux, ce qui rectifie le retard. D'après l'inventeur, ce système marche avec un courant très-faible et est ainsi affranchi d'une cause de non-réussite, à savoir des contacts brûlés.

C'est seulement à l'avenir qu'il appartient de déterminer lequel des différents systèmes de la remise à l'heure sera définitivement adopté pour la ville de Paris.

(A suivre).

Quelques notes sur la télégraphie,

par M. C. A. Nyström,
Chef du bureau technique de l'Administration des télégraphes de Suède.

II. Sur l'appréciation de la capacité de fonctionnement des lignes aériennes [1]).

Considérons d'abord le tableau suivant N° 1, alors même que les nombreux chiffres qu'il contient ne paraissent pas des plus engageants.

Tableau I.

n	d	a	$\sqrt{4m+1}$	r	p
20000	0,5	138961120,375	33342	9999,64	55,2468
10000	»	34740280	16671	4999,69	55,2457
8000	»	22231111,875	13336	3999,86	55,2431
6000	»	12505000,375	10002	2999,46	55,2443
4000	»	5557777,875	6668	1999,55	55,2466
2000	»	1389444,375	3334	999,652	55,2535
1000	»	347361	1667	499,701	55,2673
800	»	222111	1333	399,453	55,2493
600	»	124999,875	1000	299,634	55,2747
400	»	55494,33625	666,3	199,514	55,2673
200	»	13844,355	332,8	99,4813	55,2785
100	»	3448,52625	166,1	49,4862	55,3178
80	»	2204,355	132,8	39,5045	55,3540
60	»	1236,1628125	99,45	29,5012	55,3871
40	»	546,02625	66,1	19,4980	55,4539
20	»	134,0272	32,76	9,49930	55,8052
10	»	32,2360125	16,09	4,50043	56,1517
8	»	20,1953125	12,75	3,49837	56,3789
6	»	10,9623405	9,418	2,49990	56,8288
4	»	4,497320125	6,081	1,50009	57,7955
2	»	0,8093445	2,734	0,50017	61,8130

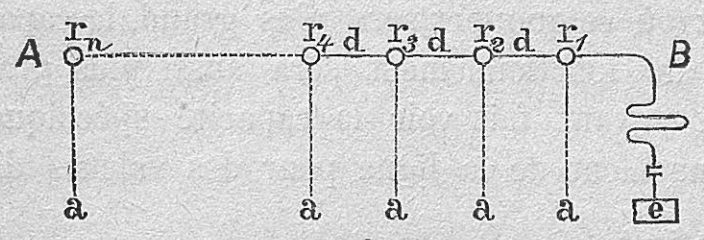
On trouve dans la première colonne des valeurs numériques variables pour n, c'est-à-dire des nombres différents d'isolateurs. Ainsi on peut dire que le tableau comprend des lignes de différentes longueurs, depuis 60 ou 100 mètres jusqu'à 600 ou 1000 kilomètres. La valeur de d, que l'on rencontre dans la seconde colonne, est au contraire constante $= 0{,}5$. C'est, effectivement, conforme à l'état des choses que de poser la résistance du fil entre deux isolateurs voisins $= 0{,}5$ ohm. La troisième colonne contient des valeurs numériques variables pour a, c'est-à-dire la résistance dite d'isolation, et la quatrième les valeurs variables de $\sqrt{4m+1}$, résultantes des valeurs des deux colonnes précédentes. Les valeurs résultantes pour r, données dans la cinquième colonne, coïncident au plus près avec le produit $(n-1)\,d$ de la même ligne. Les valeurs de a sont donc choisies partout de façon que la résistance de la ligne ouverte est au plus près égale à la résistance propre de la totalité du fil. La sixième et dernière colonne du tableau indique la quantité d'électricité (dans l'unité de temps) qui, lorsque la résistance (e) au delà du dernier isolateur est $= 0$, arrive au poste B, cette quantité d'électricité étant exprimée en tant pour cent de celle qui sort du poste A.

Ce tableau fait voir que *la quantité pour cent d'électricité arrivante est, pour des lignes différentes, à peu près la même* (savoir 55 à 56), *si l'isolation est telle, que la résistance de la ligne ouverte soit égale à la résistance propre de la totalité du fil.*

Ce n'est que pour des lignes très-courtes, n'ayant que 10 isolateurs ou moins, que cette concordance cesse.

---

[1]) Avant de passer à la deuxième de ces notes, je crois devoir appeler l'attention sur quelques erreurs manuscrites ou typographiques qui se sont glissées dans la première déjà publiée sous le titre « deux formules électriques », dans le numéro du mois de juin dernier, pages 108 et suivantes.



En reproduisant la figure déjà employée, je me permets de rappeler que:

a = la résistance de dérivation à chaque isolateur d'une ligne aérienne;
d = la résistance du fil entre deux isolateurs voisins;
n = le nombre d'isolateurs;
$m = \frac{a}{d}$;
r = la résistance de la ligne ouverte, c'est-à-dire de celle qui est interrompue au poste opposé;
et e = la résistance de conduite au delà du dernier isolateur quand la ligne est reliée directement à la terre au poste opposé.

Dans la formule (1) [p. 108], le signe « plus » (+) a été mis au lieu du signe « moins » (—) entre les deux termes du dénominateur, et, par un hasard assez curieux, la même erreur de signes est répétée à l'inscription des valeurs numériques dans la formule (p. 109). Le calcul est cependant effectué avec des signes corrects, et les résultats numériques obtenus sont par suite également justes. L'aspect réel de la formule en question est celui-ci:

$$r_n = 2a\,\frac{(\sqrt{4m+1}+1)^{2n-1}+(\sqrt{4m+1}-1)^{2n-1}}{(\sqrt{4m+1}+1)^{2n}-(\sqrt{4m+1}-1)^{2n}}.$$

On voudra bien observer ensuite que la page 109 contient, ligne 17 d'en bas, dans la première colonne de la note le mot « numérateur » au lieu de celui de « dénominateur »; qu'à la dernière ligne de la page 110, également dans la première colonne de la note, il y a u_{rn-1} au lieu de u_{2n-1}; et qu'enfin (p. 111) le log. 33343 doit être 4,523004672421.

Sans nous arrêter pour le moment davantage à ce tableau, nous passons maintenant au tableau II.

Tableau II.

n	d	a	$\sqrt{4m+1}$	r	p
2000	$0_{,1}$	$278055_{,6}$	3335	$200_{,0168}$	$55_{,2700}$
»	$0_{,2}$	$556111_{,2}$	»	$400_{,034}$	»
»	$0_{,3}$	$834166_{,8}$	»	$600_{,0505}$	»
»	$0_{,4}$	$1112222_{,4}$	»	$800_{,067}$	»
»	$0_{,5}$	$1390278_{,0}$	»	$1000_{,084}$	»
»	$0_{,6}$	$1668333_{,6}$	»	$1200_{,10}$	»
»	$0_{,7}$	$1946389_{,2}$	»	$1400_{,118}$	»
»	$0_{,8}$	$2224444_{,8}$	»	$1600_{,13}$	»
»	$0_{,9}$	$2502500_{,4}$	»	$1800_{,15}$	»
»	1	2780556	»	$2000_{,168}$	»

Je m'empresse d'avouer, dès l'abord, que, dans le calcul du présent tableau, comme dans celui des suivants, l'on est arrivé à rechercher une valeur légèrement incorrecte de r, savoir $r = nd$ au lieu de $r = (n-1)\,d$. Cette erreur n'exerce toutefois qu'une influence très-minime quand n désigne un nombre assez grand. Il n'a donc pas été jugé nécessaire de soumettre le tableau à un nouveau calcul, qui exigerait, naturellement, beaucoup de temps et de peine.

Dans le tableau II, on a fait varier d entre 0,1 et 1.

Ce tableau montre que *la quantité pour cent d'électricité arrivante, est la même en dépit de la différence de résistance du fil entre deux isolateurs voisins, à la condition que la résistance de la ligne ouverte soit égale à la résistance propre de la totalité du fil.*

La valeur de n dans ce tableau est = 2000. Je mentionnerai en passant que divers calculs ont été exécutés avec des valeurs variables de n en combinaison avec des valeurs variables de d. Le résultat est resté le même.

Tableau III.

n	d	a	$\sqrt{4m+1}$	r	p
10000	$0_{,1}$	$16792272_{,2}$	25917	$1999_{,986}$	$76_{,1733}$
»	$0_{,4}$	$67169088_{,8}$	»	$7999_{,94}$	$76_{,1733}$
»	$0_{,5}$	83961361	»	$9999_{,93}$	$76_{,1733}$
»	1	167922722	»	$19999_{,86}$	$76_{,1733}$
2000	$0_{,1}$	$671846_{,375}$	5184	$400_{,035}$	$76_{,1853}$
»	$0_{,4}$	$2687385_{,5}$	»	$1600_{,14}$	$76_{,1853}$
»	$0_{,5}$	$3359231_{,875}$	»	$2000_{,18}$	$76_{,1853}$
»	$0_{,6}$	$4031078_{,25}$	»	$2400_{,21}$	$76_{,1853}$
»	1	$6718463_{,75}$	»	$4000_{,35}$	$76_{,1853}$
200	$0_{,1}$	$6726_{,21725}$	$518_{,7}$	$39_{,9987}$	$76_{,2930}$
»	$0_{,4}$	$26904_{,869}$	»	$159_{,991}$	$76_{,2930}$
»	$0_{,5}$	$33631_{,08625}$	»	$199_{,988}$	$76_{,2930}$
»	1	$67262_{,1725}$	»	$399_{,987}$	$76_{,2930}$

Nous avons choisi, dans ce tableau, des valeurs de a telles que la résistance de la ligne ouverte soit égale à la résistance *double* de la totalité du fil, et effectué le calcul pour 4 à 5 valeurs différentes de d combinées avec trois valeurs différentes de n. Dans tous les cas, la quantité d'électricité arrivante accuse un peu plus de 76 % de l'électricité partante, d'où il ressort qu'elle possède aussi dans ce cas *une valeur très-constante.*

Nous avons fait des calculs spéciaux avec des valeurs de a telles que la résistance de la ligne ouverte soit devenue égale à la *moitié* de la résistance de la totalité du fil. Dans ce cas aussi, la quantité d'électricité arrivante a présenté une valeur très-constante, à savoir près de 25 % de celle émise sur la ligne.

Si maintenant nous prenons *la quantité pour cent d'électricité arrivante comme la mesure de la capacité spécifique de fonctionnement d'une ligne,* et si nous désignons par f la résistance propre de la totalité du fil, il me semble résulter de ce qui précède, que le quotient $\frac{r}{f}$ deviendra une expression de cette capacité, bien entendu de manière que partout où le dit quotient sera le même, la capacité sera aussi la même, et que partout où ce quotient sera plus grand, la capacité spécifique de fonctionnement sera aussi plus grande. Le tableau suivant fait voir la capacité spécifique (p) de fonctionnement de la ligne pour des valeurs différentes du quotient $\frac{r}{f}$.

Tableau IV.

Pour $\frac{r}{f} = 0_{,5} \ldots p = 25$	Pour $\frac{r}{f} = 1_{,5} \ldots p = 68_{,85}$
$= 0_{,6} \ldots p = 33_{,24}$	$= 1_{,6} \ldots p = 70_{,65}$
$= 0_{,7} \ldots p = 40_{,26}$	$= 1_{,7} \ldots p = 72_{,25}$
$= 0_{,8} \ldots p = 46_{,16}$	$= 1_{,8} \ldots p = 73_{,70}$
$= 0_{,9} \ldots p = 51_{,10}$	$= 1_{,9} \ldots p = 75_{,00}$
$= 1 \ldots p = 55_{,27}$	$= 2 \ldots p = 76_{,19}$
$= 1_{,1} \ldots p = 58_{,82}$	$= 3 \ldots p = 83_{,84}$
$= 1_{,2} \ldots p = 61_{,87}$	$= 4 \ldots p = 87_{,78}$
$= 1_{,3} \ldots p = 64_{,51}$	$= 5 \ldots p = 90_{,18}$
$= 1_{,4} \ldots p = 66_{,81}$	

Si la résistance au delà du dernier isolateur n'est pas = 0, la valeur numérique indiquant la quantité pour cent du courant arrivant sera plus petite. Quand une ligne télégraphique fonctionne, e se présente avec une valeur de plusieurs centaines ou peut-être même de un ou deux milliers d'unités d'ohm. Si l'on entend par *la capacité de fonctionnement pratique d'une ligne* la quantité pour cent d'électricité arrivante quand les récepteurs, etc., exercent leur résistance au poste opposé B, cette capacité deviendra plus petite à mesure que la résistance de ces instruments sera plus grande.

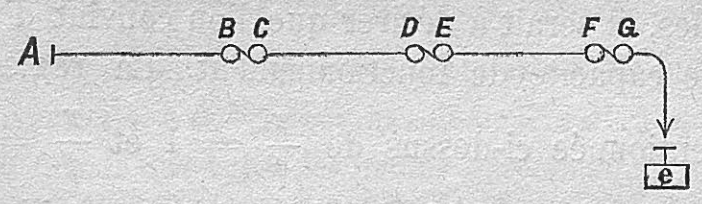
Tableau V. $\frac{r}{f} = 1$

n	p	
	Pour $e = 400$.	Pour $e = 1600$.
20000	53 %	48 %
10000	51 »	42 »
8000	50 »	39 »
6000	49 »	36 »
4000	46 »	31 »
2000	39 »	21 »

Ce tableau indique pour $r = f$ la capacité de fonctionnement pratique des lignes avec des longueurs différentes, quand e est égal soit à 4000 ohms, soit à 1600 ohms. Quand le nombre d'isolateurs varie entre 20000 et 2000, la quantité pour cent d'électricité arrivante varie entre 39 et 53, si $e = 400$ ohms, et entre 21 et 48 si $e = 1600$.

Me fondant sur un assez grand nombre de calculs divers dont je ne veux cependant pas charger cet article, je crois pouvoir poser, que *la capacité de fonctionnement pratique d'une ligne avec des appareils Morse ordinaires, est en général satisfaisante quand* $\frac{r}{f} = 1$ *pour des lignes avec 10000 isolateurs et au delà, et quand* $\frac{r}{f} = 1{,}5$ *pour des lignes ayant un moindre nombre d'isolateurs.*

Avant de passer à l'examen des mêmes circonstances dans les lignes omnibus, je crois devoir montrer comment le courant arrivant se calcule sur ces lignes à l'aide des formules données dans l'article précédent.



Posons que les différentes parties de ligne sont A-B, C-D et E-F. Calculer d'abord depuis le point E la valeur de r pour la ligne E-F (quand la ligne est interrompue au poste F-G). Calculer ensuite depuis le même point E la valeur de r' sur la base de la valeur de r qui vient d'être obtenue, ainsi que de la résistance connue e au poste F-G. A la valeur de r' obtenue de la sorte, ajouter la résistance au poste D-E. Prendre ensuite depuis le point C la valeur de r pour la ligne C-D, interrompue au poste D-E. Cela fait, calculer du même point C la valeur de r' quand la conduite est de nouveau rétablie au poste D-E, et que la ligne est réunie à la terre au poste F-G. Ce calcul s'opère sur la base de la valeur de r obtenue de C, ainsi que de la résistance calculée auparavant dans la conduite D E F G e, cette dernière conduite devant être considérée comme la conduite de terre du courant passant par le poste D-E. La résistance de la dite conduite constitue par suite la valeur de la quantité e que l'on doit maintenant employer. A la valeur de r maintenant obtenue, on ajoute la résistance au poste B-C. Le chiffre obtenu par là deviendra la valeur de e pour le calcul de r', qui doit être fait depuis A, après le calcul, depuis ce point, de la valeur r pour la ligne A-B, quand la conduite est interrompue au poste B-C.

Du moment où l'on connaît les valeurs de r et r' depuis le point A, ainsi que la résistance de la conduite B C D E F G e, laquelle peut être considérée comme la conduite de terre du poste B-C, quand on télégraphie de A sur la ligne ouverte, il est facile de calculer la quantité pour cent de l'électricité qui entrant en A dans la ligne A-B parvient au poste B-C. On calcule de la même manière la quantité pour cent d'électricité qui, entrant en C dans la ligne C-D, parvient au poste D-E, etc.

Tableau VI.

Valeur de $\frac{r}{f}$.	Nombre d'isolateurs de la ligne.	Nombre total de stations.	Nombre de stations intermédiaires.	Quantité relative d'électricité passant aux stations										
				1re station.	2me station.	3me station.	4me station.	5me station.	6me station.	7me station.	8me station.	9me station.	10me station.	11me station.
$0{,}5$	10000	11	9	100	$76{,}01$	$57{,}89$	$44{,}23$	$33{,}98$	$26{,}35$	$20{,}76$	$16{,}76$	$14{,}06$	$12{,}44$	$11{,}79$
$0{,}5$	2000	3	1	100	$26{,}40$	$10{,}18$	—	—	—	—	—	—	—	—
1	10000	11	9	100	$86{,}30$	$74{,}84$	$65{,}32$	$57{,}50$	$51{,}17$	$46{,}16$	$42{,}35$	$39{,}64$	$37{,}96$	$37{,}26$
1	6000	7	5	100	$78{,}36$	$62{,}37$	$50{,}90$	$43{,}10$	$38{,}42$	$36{,}51$	—	—	—	—
1	4000	5	3	100	$69{,}61$	$50{,}59$	$39{,}86$	$35{,}64$	—	—	—	—	—	—
1	2000	3	1	100	$49{,}89$	$33{,}47$	—	—	—	—	—	—	—	—
2	10000	11	9	100	$92{,}40$	$85{,}79$	$80{,}10$	$75{,}26$	$71{,}24$	$67{,}98$	$65{,}44$	$63{,}61$	$62{,}46$	$61{,}98$
2	2000	3	1	100	$69{,}57$	$58{,}10$	—	—	—	—	—	—	—	—

Ce tableau comprend pour des lignes omnibus trois différents degrés de capacité de fonctionnement, savoir $\frac{r}{f} = 0,_5$, $\frac{r}{f} = 1$ et $\frac{r}{f} = 2$. Quand on mesure la valeur de r, on exclut naturellement les postes intermédiaires. Le nombre d'isolateurs entre deux stations voisines $= 1000$; $d = 0,_5$. La résistance à chaque poste $= 400$.

Sur une ligne omnibus, le courant électrique est très-variable, suivant la quantité plus ou moins grande de la ligne ouverte au courant. Comme la capacité des appareils récepteurs à fonctionner, sans nouveau réglage, à des courants différents, est plus grande quand la quantité d'électricité circulante est relativement considérable, cette circonstance doit être, à elle seule, une raison spéciale d'entretenir les lignes en question dans une isolation relativement grande. En outre, sur les lignes omnibus, le nombre de tours de spires dans les instruments récepteurs doit être relativement petit, d'où il suit que la quantité d'électricité circulante devra être à son tour relativement grande. Il serait peut-être convenable, par suite, de fixer pour les lignes omnibus le minimum d'isolation à $\frac{r}{f} = 2$. Sur la longue ligne donnée dans le tableau, le poste le moins favorisé disposera, avec une isolation pareille, d'environ 62 % de la quantité d'électricité envoyée, contre environ 58 % sur la ligne courte.

La valeur des considérations qui précèdent peut paraitre, il est vrai, d'autant plus douteuse que les résultats principaux auxquels on a cru arriver, ne se présentent pas comme des propositions dont la vérité est généralement démontrée, mais plutôt comme des probabilités fondées sur la conformité avec ce qui se passe dans un nombre plus ou moins considérable de cas spécialement traités. Le but que l'on se propose d'arriver à quelques déterminations par rapport au minimum d'isolation que doit avoir une ligne pour pouvoir être considérée comme fonctionnant d'une façon satisfaisante, n'en doit pas moins être d'un grand intérêt pratique.

Ordinairement, l'on a voulu jusqu'ici baser l'appréciation de la capacité de fonctionnement des lignes sur la détermination de la résistance par isolateur ou par unité de longueur de la ligne. Mais, outre que la méthode généralement employée à cet effet est parfaitement fautive, comme je le ferai voir à une autre occasion, la base précitée pour l'appréciation de la capacité de fonctionnement des lignes est, à tout prendre, mal choisie. En effet, une ligne courte n'a pas besoin d'être maintenue à un aussi haut degré d'isolation (par isolateur) qu'une ligne longue. Il paraît résulter de ce qui a été signalé au tableau I, que, *pour l'obtention d'une capacité de fonctionnement spécifique égale, le besoin d'isolation* (par isolateur) *augmente avec le carré de la longueur de la ligne.*

L'appréciation de la capacité de fonctionnement des lignes d'après la quantité pour cent d'électricité arrivante, semble un système justifié aussi par cette circonstance que, si plusieurs fils sont tendus sur les mêmes poteaux, la ligne sur laquelle on aurait besoin d'une trop grande quantité d'électricité partante, pourrait par dérivation ou par induction exercer de trop grandes perturbations sur les autres lignes.

On a par suite, dans le courant de ces dernières années, commencé en Angleterre à effectuer des explorations de lignes par la mesure directe, tant de la qualité d'électricité partante que de celle d'électricité arrivante. Cette méthode paraît sans doute tout aussi pratique que simple. On n'arrive cependant pas ainsi à établir la capacité de fonctionnement spécifique des lignes, laquelle peut, comme on l'a montré ici, être tout simplement appréciée sur la base de la mesure ordinaire d'isolation, et, par suite, ne présuppose aucune mesure spéciale. En général on cherche, partout où c'est possible, à éviter, dans les explorations des lignes, les lectures d'angles, surtout celles qui doivent se faire simultanément dans des localités différentes, et dont l'utilisation exige des facteurs spéciaux de réduction locale. On préfère mesurer et compter avec des chiffres de résistance.

Principalement pour ce qui concerne les lignes internationales, il serait à désirer que l'on convînt d'un minimum de capacité de fonctionnement. La règle respective mentionnée ci-dessus de $\frac{r}{f} = 1$ et $\frac{r}{f} = 1,_5$ ne serait peut-être pas bien éloignée de ce qu'il y aurait de juste et de convenable à cet égard.

Stockholm, le 4 Septembre 1882.

Les progrès récents en téléphonie [1])

par Mr. W. H. Preece, F.R.S.
Electricien en chef de l'Administration des télégraphes britanniques.

(Traduit de l'anglais sur une communication de l'auteur.)

C'est aux réunions de l'Association britannique que le téléphone a fait sa première apparition devant le public anglais. En 1876, à Glasgow, Sir W. Thomson provoquait l'enthou-

[1]) Lu devant l'Association britannique pour l'avancement des sciences, dans la session de Southampton, le 28 Août dernier.

siasme de ses auditeurs en annonçant qu'à Philadelphie il avait entendu réciter Shakespeare à travers un fil télégraphique, au moyen d'une invention de M. Graham Bell qu'il qualifiait « de beaucoup la plus grande de toutes les merveilles de la télégraphie électrique ». En 1877, à Plymouth, j'ai eu la bonne fortune de montrer en pleine opération les appareils définitivement améliorés, connus maintenant sous le nom de Telephone Bell, que je venais de rapporter d'Amérique et avec lesquels de véritables conversations s'échangèrent entre Plymouth et Exeter. Cinq ans se sont écoulés depuis lors et il n'est pas sans intérêt d'exposer à l'Association britannique les progrès de ce merveilleux instrument.

En 1877, le téléphone n'était encore qu'un jouet scientifique ; aujourd'hui, il est devenu un appareil pratique. Un capital de 1.550.000 Livres (38.750.000 francs) est déjà engagé dans son exploitation en Angleterre et le revenu s'en élève à 109.000 Livres (2.725.000 francs). Jusqu'ici il a constitué, en fait, un monopole entre les mains d'une Compagnie privée, propriétaire des brevets, et du Post Office, armé de son droit régalien, mais ce monopole a été brisé et nous sommes au moment d'assister à une ardente concurrence. L'on a souvent dit que, dans tout trafic, la concurrence avait pour effet de réduire les taxes perçues sur le public. Il serait difficile de trouver, dans l'expérience passée des chemins de fer et des télégraphes, la confirmation de cette assertion. Toute concurrence exagérée tend à abaisser momentanément les taxes, mais elle conduit soit à une fusion, soit à l'absorption de l'entreprise la plus faible par la plus forte, avec extension et gonflement du capital engagé et finalement elle se traduit, dans nombre de cas, par l'élévation des charges imposées à un public trop confiant. La concurrence, toutefois, provoque une amélioration du service et sous ce rapport, il y a, en définitive, gain pour le public.

D'un autre côté, la liberté de l'exploitation conduit, en matière d'inventions, à des tripotages financiers et à des spéculations en faveur des types les moins recommandables. Nous avons assisté tout récemment à une véritable épidémie de spéculations électriques qui peut entièrement rivaliser avec la période de l'engouement de la mer du Sud (South Sea bubble). Le public s'est jeté aveuglément dans des entreprises mal étudiées, qui ont enrichi les spéculateurs véreux qui les lançaient, tourné la tête des inventeurs, retardé le véritable progrès de l'application utile de cette science nouvelle aux besoins de l'humanité et englouti des millions dans des projets imparfaits. L'on a beaucoup attaqué le monopole du Post Office dans l'exploitation télégraphique, mais, en tous cas, ce monopole a pour lui le mérite d'avoir refréné, dans cette branche des applications pratiques de l'électricité, la rapacité des lanceurs de sociétés et des exploiteurs de brevets, tandis que personne ne peut soutenir qu'il ait entravé le progrès de la télégraphie. Dans la première semaine où les télégraphes de ce pays ont été transférés à l'Etat, le nombre total des télégrammes était de 26.000. Dans la semaine du 5 au 11 Août dernier, ce nombre s'est élevé à 724.000. Il n'y a pas un inventeur qui puisse affirmer que son invention n'a pas fait l'objet d'un sérieux examen, qui puisse citer une amélioration réelle qui n'ait été adoptée et rémunérée, tandis que les perfectionnements imaginés par le Post Office lui-même ont été librement imités par d'autres pays et que l'Amérique elle-même — ce berceau des inventeurs — a trouvé le système anglais assez avancé pour mériter qu'elle l'introduise chez elle.

Récepteurs. Le récepteur téléphonique original de Bell n'a subi que peu de modification ; dans sa forme et sa construction il est resté sensiblement le même que celui que j'ai exposé en 1877. La perfection de son fonctionnement dépend du soin et de la perfection de sa fabrication. Il est aujourd'hui plus solide et plus massif qu'il ne l'était au début et il fait usage d'aimants plus puissants ; mais c'est toujours le même beau, simple et merveilleux appareil que j'avais rapporté d'Amérique. Mr. Gower a augmenté sa sonorité en modifiant la forme de ses différents organes et en employant des aimants en fer à cheval très-puissants et de forme spéciale, mais l'expérience montre que l'augmentation de la sonorité n'a jamais été acquise qu'aux dépens de la clarté de l'articulation ; et, bien que sous beaucoup de rapports, l'appareil Gower-Bell que le Post Office a adopté et qui est celui dont on s'est servi pour relier entre elles toutes les sections de l'Association britannique dispersées à travers la ville de Southampton, soit plus pratique, rien, sous le rapport de la délicatesse de l'articulation, ne surpasse le Bell original.

L'Exposition de Paris de l'année dernière, si féconde en nouveautés électriques, n'a mis en évidence aucun perfectionnement marqué dans les appareils téléphoniques. Ce qu'il y avait surtout à relever ce sont les applications pratiques du téléphone, particulièrement pour la transmission à distance du chant et de la musique. Le récepteur Bell modifié par M. Ader est celui qui est en usage général à Paris. C'est une forme très-maniable, jolie et pratique. M. Ader utilise un principe qu'il appelle « surexcitation ». Il intercale entre l'organe d'audition et le diaphragme un anneau épais de fer doux, qui accroîtrait la force d'attraction du petit aimant en fer à cheval sur le diaphragme de fer vibrant. Un appareil simple expérimental de M. Ader prouve que ce fait n'est point sans quelque fondement. Lorsqu'un mince ressort d'acier est disposé tout près des pôles d'un aimant sans être attiré par eux, il suffit de la moindre approche d'une masse de fer du ressort pour que celui-ci soit attiré par l'aimant.

M. d'Arsonval a également modifié le récepteur Bell. Il a placé la bobine dans un puissant champ magnétique de forme annulaire et il y a concentré les lignes de force sur la bobine induite. Il met la bobine entière sous l'influence du champ. Les effets sont considérablement amplifiés et l'augmentation de sonorité n'est pas accompagnée, comme d'ordinaire, d'une diminution de la netteté de l'articulation. La parole se reproduit, dit-on, sans aucun changement de *timbre*.

Les récepteurs téléphoniques du type Bell se basent tous sur les effets magnétiques de courants d'électricité circulant autour d'aimants ou de barres de fer doux.

L'aimantation et la désaimantation rapides et rhytmiques d'une barre de fer doux ou l'accroissement et le décroissement du magnétisme d'un aimant produisent, dans sa propre masse et dans la matière qui l'entoure, des perturbations moléculaires, et celles-ci engendrent les mouvements oscillatoires de l'ensemble qui donnent naissance aux vibrations sonores qu'on peut rendre perceptibles par différents procédés et particulièrement par celui qu'a fait breveter Graham Bell.

L'on a utilisé aussi pour les récepteurs téléphoniques d'autres principes d'électricité.

Par exemple, M. Edison a recours aux effets électro-chimiques. La décomposition par le passage d'un courant d'une solution chimique dans du papier ou sur de la craie produit, dans le frottement de deux substances mobiles, une modification qui peut reproduire les vibrations sonores. Il en résulte un appareil doué d'une grande sonorité. En 1880, j'ai moi-même été heureux de soumettre à la Royal Society un récepteur basé sur les effets électro-thermiques du courant. Le passage du courant à travers un fil l'échauffe toujours et, par conséquent, cause sa dilatation. Si le fil est suffisamment fin, la chaleur se produit et se dissipe très-rapidement et la dilatation et la contraction sont si actives qu'il en résulte des vibrations sonores. Bien que j'aie pu de la sorte parler très-clairement, je n'ai cependant pas encore réussi à donner à cet appareil une forme pratique. Le Professeur Dolbear a récemment utilisé les effets électro-statiques des courants. Son récepteur est même plus simple que celui de Bell. Deux disques circulaires plats de métal sont rigidement fixés tout près l'un de l'autre dans une boîte isolée d'ébonite. Lorsqu'un des disques est électrifié positivement par une charge d'électricité, l'autre est électrifié négativement par induction. Ces deux états opposés produisent des attractions dont la force varie avec l'énergie des signaux émis. Il en résulte qu'en transmettant des courants téléphoniques l'on obtient des vibrations sonores et, par conséquent, la reproduction de la parole.

L'on a imaginé et produit bien d'autres formes de récepteurs téléphoniques. J'en ai vu dernièrement tout un régiment; mais comme ils ne comprennent aucun principe nouveau et n'introduisent aucun perfectionnement particulier, ayant principalement été imaginés pour essayer d'éluder les brevets antérieurs, je les passerai sous silence pour arriver à la partie suivante de mon sujet.

Notre législation actuelle, en matière de brevets, est malheureusement dans un tel état de confusion et de chaos qu'il est souvent facile d'y échapper et l'on encourage ainsi, en fait, cet acte d'une moralité douteuse qui consiste à fabriquer un objet d'une autre manière pour éviter de tomber sous le coup d'un monopole.

La possession d'un brevet ne constitue aujourd'hui aucune garantie de propriété. La garantie est donnée sans aucune distinction et elle ne peut être attaquée, sans une longue et ennuyeuse procédure et de grands frais, devant un tribunal qui n'est pas technique et qui scientifiquement est incompétent. Nous ne pouvons donc espérer une parfaite bonne foi dans le monde des inventeurs anglais et une véritable sécurité pour les perfectionnements réels, tant que notre loi sur les brevets n'aura pas été radicalement réformée. La question est pendante devant la Chambre des Communes et quand des agitateurs prolixes auront entièrement épuisé la patience de nos législateurs, nous pouvons espérer qu'il sera donné quelque attention à un besoin aussi réel et aussi pressant.

Transmetteurs. Ce qui constituait la grande nouveauté et la particularité caractéristique du téléphone de Bell, c'est que le récepteur et le transmetteur étaient semblables et reversibles. Des vibrations sonores d'air frappant un disque de fer le faisaient vibrer devant un aimant autour du pôle duquel était enroulée une partie d'un circuit électrique. Ces vibrations d'une substance magnétique dans un champ magnétique engendraient, dans la bobine de fil qui entoure l'aimant, des courants d'électricité, variant en force et en direction avec les vibrations sonores. Ces courants, conduits par un fil à une station éloignée, y modifiaient l'intensité magnétique d'un aimant semblable, de façon à varier sa force d'attraction sur un disque semblable, ce qui forçait celui-ci à répéter les mouvements du premier disque, reproduisant ainsi les vibrations sonores de l'air et la parole articulée. Les courants, toutefois, étaient très-faibles; beaucoup d'énergie se perdait en route et l'effet atteignait difficilement les conditions voulues pour un appareil pratique. M. Edison a trouvé le moyen de fortifier ces courants. S'appuyant sur une propriété particulière attribuée au charbon, de varier en résistance électrique suivant la force de pression exercée sur lui, il serra le disque vibrant qui émet la parole contre un bouton de charbon et fit varier ainsi l'intensité d'un courant d'électricité passant au travers. Ce courant variable, en traversant le fil primaire d'une bobine d'induction, engendre dans la bobine secondaire des courants plus puissants que ceux que donnait l'appareil Bell et produit à la station de réception des effets sonores plus marqués. Le Professeur Hughes est allé plus loin. Il a trouvé une combinaison de matières qu'affectent directement les vibrations sonores et à laquelle il a donné le nom de microphone. Il a montré que l'effet du transmetteur à charbon d'Edison n'était pas dû à quelque influence de variation de pression sur la masse du charbon mais que c'était plutôt un phénomène de relâchement de contact. Il a trouvé un fait nouveau et il a surexcité l'attention du monde scientifique en le dotant d'un appareil qui est pour les tout petits sons ce que le microscope était déjà pour les tout petits objets. Grâce à la clarté que la découverte de Hughes a jetée sur la théorie de l'appareil, le transmetteur à charbon d'Edison a pu être perfectionné par Blake, Huning, Moseley, Anders et autres, au point

qu'il semble rester bien pue de chose à faire encore. Le téléphone, comme appareil de conversation, est bien près maintenant de la perfection. L'on est arrivé à pouvoir aisément distinguer la voix d'un ami à 100 milles de distance. La difficulté de rendre le téléphone pratique en toutes circonstances ne provient d'aucune défectuosité de l'appareil lui-même, mais des influences perturbatrices qui lui sont extérieures et qui résultent du milieu où il fonctionne. C'est la grande perfection et l'extrême sensibilité de l'appareil lui-même qui sont ses principaux ennemis.

La véritable action du microphone ou transmetteur à charbon est généralement très-peu comprise. Dans un circuit fermé à travers lequel circule un courant, il introduit une résistance qui, variant exactement avec les vibrations sonores qui la frappent, fait onduler le courant d'une manière exactement semblable aux variations des ondes sonores. L'on attribue généralement cet effet à l'intimité plus ou moins grande d'un contact électrique entre deux surfaces semi-conductrices appuyées l'une contre l'autre; mais l'on ne peut plus guère douter aujourd'hui que ce ne soient là des effets de la chaleur produite par le passage de l'électricité entre deux points en contact imparfait, dont la distance relative est variable. Le charbon est la meilleure matière pour cet objet; d'abord, parce qu'il est inoxydable et infusible, en second lieu, parcequ'il est un médiocre conducteur et, troisièmement, parce qu'il jouit de cette propriété remarquable que sa résistance diminue avec l'augmentation de sa température, ce qui est l'inverse des métaux. Cette observation est due à Mr. Shelford Bidwell.

La résistance des microphones est très-variable; quelques-uns accusent 10ω, tandis que d'autres donnent 20ω et même 125ω. Les meilleurs transmetteurs avec lesquels j'ai opéré (ceux de Moseley) donnent une moyenne de 20ω.

L'on a essayé d'appliquer l'analyse mathématique à la détermination des meilleures forme et disposition des microphones, mais jusqu'à présent le microphone a défié les calculs théoriques.

La théorie conduirait à la conclusion qu'un transmetteur à charbon devrait avoir la plus petite résistance possible, mais c'est ce que la pratique ne confirme nullement.

La théorie établit encore que la résistance de la bobine secondaire d'induction devrait être égale à celle de la ligne; la pratique prouve que c'est tout le contraire. Sur une ligne ayant près de 1800ω de résistance, les meilleurs effets ont été obtenus avec un fil secondaire n'ayant que 30ω de résistance. Le fait est que les conditions résultant de la chaleur dans le microphone et de la *self-induction* dans la bobine d'induction, sont très-compliquées et ne sont pas encore suffisamment expliquées pour que les phénomènes qu'elles accusent puissent être portés dans le domaine de l'analyse mathématique.

Accessoires. Je n'ai point l'intention de parler ici des sonneries, des appels, des permutateurs, etc., que l'on emploie dans les opérations téléphoniques. Il n'y a là rien de particulièrement nouveau ou qui n'ait pas déjà été employé dans la télégraphie. En réalité, toutes les opérations accessoires de ce que l'on appelle les communications téléphoniques (telephone-exchanges), sont purement télégraphiques et elles sont encore quelque peu à l'état de tâtonnement. *(A suivre.)*

Conférence de M. Melsens sur les paratonnerres.

(Extrait des *Annales télégraphiques.*)

On sait que deux systèmes de paratonnerres sont en présence:

1° le système de Gay-Lussac, basé sur l'emploi d'un petit nombre de conducteurs à large section et de tiges de grande hauteur;

2° le système de M. Melsens, qui consiste à entourer l'édifice à protéger d'une sorte de cage métallique formée de conducteurs nombreux, mais de faible section, et garnis de pointes ou tiges courtes mais nombreuses.

M. Melsens a fait à ce sujet, sur la demande qui lui en a été faite par M. Dumas au Congrès des électriciens, une conférence intéressante que nous extrayons de la *Revue scientifique.*

Définitions du paratonnerre. Considérations générales.

Rien de plus simple à définir qu'un paratonnerre, conformément aux principes de Franklin: c'est un dispositif métallique aérien, pointe ou tige verticale, dominant un édifice et mis en communication métallique non interrompue (conducteur) avec le *réservoir commun*, c'est-à-dire la terre. L'électricité, sous forme de courant, d'étincelle ou de foudre, suit forcément le métal et se diffuse, sans danger pour l'édifice, dans la terre.

Dans aucun système on ne peut songer à modifier les principes, les lois physiques sur lesquels s'est appuyé Franklin pour la conception de son paratonnerre.

C'est à ce savant qu'il faudra toujours rapporter l'honneur et le bienfait de la préservation des coups de foudre, que l'Académie des sciences de Paris caractérisa en disant; ERIPUIT CŒLO FULMEN! *Il a enlevé la foudre au ciel.*

Qu'on analyse tout ce qui a été écrit depuis Franklin et l'on sera bientôt convaincu que l'on n'a rien inventé en fait de paratonnerres, en tant qu'il s'agit de conduire la foudre à la terre, en lui traçant un chemin qui la rend inoffensive pour les édifices et leurs habitants.

Il y aura toujours à considérer dans le système de protection:

1° un organe métallique aérien: barre à section prismatique, obtuse, cône, tige pointue, aigrette, sphère lisse ou hérissée de pointes, baïonnette, étoile, girouette, c'est-à-dire un dispositif dominant l'édifice; ce réceptacle est chargé de recevoir directement le coup, mais il

doit être disposé de façon à conduire la foudre là où elle ne peut plus être nuisible ;

2° un conducteur métallique de n'importe quelle forme, verge ou baguette ronde, carrée, ruban, tube, corde, tresse, etc., en communication directe avec le réceptacle, sera la voie de l'écoulement de la foudre dans la terre, comme l'eau des toits s'écoule au sol par les conduites de descente ;

3° mais il faut que ce conducteur se prolonge dans la terre dans un sol humide ou dans l'eau. On peut le terminer par un dispositif métallique quelconque, bien entendu sans aucune solution de continuité métallique.

S'agit-il d'appliquer ces principes de façon à réaliser les conditions les plus avantageuses pour parer les effets du feu du ciel, on peut se trouver en présence de solutions très-différentes. En effet, indépendamment de la nature du sol sur lequel l'édifice repose et des matériaux constitutifs de cet édifice, nous devons porter notre attention sur le métal le plus convenable à employer. De plus, il est essentiel de discuter les dispositions à donner aux dispositifs extérieurs qui, dirigés vers les nuées, sont, pour cela même, souvent condamnés à être frappés les premiers. Puis viennent les diverses dispositions à donner aux conducteurs en communication avec le *réservoir commun*, celle de la terminaison ou racine souterraine. Aussi que de noms illustres dans la science n'aurait-on pas à citer, en Allemagne, en Amérique, en Angleterre, en Autriche, en France, en Italie et en Russie, parmi les savants qui depuis Franklin, en 1752, se sont occupés de la question! Que d'instructions diverses à rappeler, que de préjugés à combattre au début, que de luttes à mentionner!

Les instructions adoptées par l'Académie des sciences de Paris, en 1823 (Gay-Lussac, rapporteur), en 1854-1855 (Pouillet, rapporteur), et en 1867-1868 (Pouillet, également rapporteur), se rapportent au système généralement suivi sur le continent.

Mais, depuis 1823, nos édifices modernes ont subi, eu égard aux effets électriques possibles ou capables de dévier la foudre de sa route ordinaire le long des conducteurs, des modifications profondes par suite de l'emploi de masses, parfois énormes, de fer dans les bâtiments et de canalisations métalliques pour le gaz et l'eau, lesquelles se rendent souvent jusqu'aux combles, en s'épanouissant ensuite dans le sol par des surfaces énormes.

Si tout se justifie dans les instructions de l'Académie, si elles ont été acceptées presque partout, il n'en est pas moins vrai que des accidents sont arrivés faute d'avoir tout prévu pour la protection ; je citerai le cas du coup de foudre à la caserne du Prince-Eugène, munie de 7 tiges élevées (2 août 1862). Il y a une foule d'exemples semblables, et quelques critiques parfaitement fondées jettent un doute sérieux sur l'efficacité *absolue* des paratonnerres de l'ancien système.

Bien qu'entre l'ancien système et le mien il n'y ait, au fond, aucune différence essentielle, quant aux principes, il existe toutefois des différences notables dans les détails d'exécution.

Ces modifications peuvent se rapporter à une ancienne maxime : DIVIDE ET IMPERA ; *diviser pour régner*. Dans l'espèce, diviser les conducteurs pour augmenter leur efficacité.

J'ai donc divisé ou multiplié la partie aérienne, la pointe ; j'ai divisé et multiplié le conducteur ; j'en ai fait autant pour la racine, ou le raccordement à la terre. Au lieu d'employer un canal unique pour l'écoulement, un seul lit de rivière, je l'ai ramifié en un véritable *delta*, qui, à mon sens, a pour conséquence une distribution plus large et mieux répartie de ce que l'on est convenu d'appeler le fluide électrique.

Par là, j'ai cherché à imiter ce que la nature fait pour l'arbre, en divisant ses branches, en le munissant de feuilles destinées à soutirer, par une grande surface, la force de la lumière, de la chaleur, et même de l'électricité émanant du soleil; j'ai cherché de plus à imiter ce que la nature a fait à l'égard de la racine du végétal en la ramifiant pour faciliter l'absorption des sucs nourriciers de la terre.

On comprend aisément que, si au lieu d'un conducteur unique et de forte section, difficile à manier et à poser, on en prend plusieurs de faible section chacun, il sera plus facile de placer et de manier ceux-ci ; on pourra les enchevêtrer et l'on finira ainsi par constituer une véritable cage métallique à mailles aussi serrées que l'on voudra.

On peut se demander si une pareille cage préserve effectivement le bâtiment. Or, voici une expérience considérée comme probante par toutes les personnes qui la voient une première fois.

On charge une grande batterie de Leyde assez fortement pour que sa décharge, au moyen de l'excitateur, soit capable de tuer ou de donner une secousse dangereuse et même mortelle à un animal : lapin, cobaye ou oiseau ; on fait ensuite passer une décharge de même force dans une de ces petites sphères creuses à mailles serrées en fil de fer étamé (dans lesquelles les ménagères cuisent le riz), après y avoir introduit un petit oiseau, un poisson, une grenouille, etc., et cela sans prendre la moindre précaution pour que l'animal ne touche pas le métal avec lequel il est en contact immédiat. Eh bien, les animaux ne manifestent pas le moindre mouvement, ne témoignent d'aucune souffrance lorsqu'on fait passer la décharge. Il est évident, dès-lors, qu'ils n'ont pas ressenti la plus petite secousse électrique.

On peut donner à cette expérience plusieurs formes, qui toutes prouvent que l'intérieur de la cage reste indemne de toute manifestation électrique sensible ou dangereuse. Dans mon système, la cage sphérique métallique de l'expérience précédente représente le paratonnerre protégeant l'édifice et ses habitants.

Métaux employés dans la construction des paratonnerres.

Quel est le métal qui conviendra le mieux à la protection contre la foudre ?

Dans la pratique, deux métaux sont employés à l'exclusion de tous les autres : le cuivre et le fer, ou mieux le fer galvanisé, zingué.

Le cuivre est un excellent conducteur de l'électricité ; il conduit le courant électrique de la pile 6 ou 7 fois mieux que le fer ; mais lorsqu'il s'agit d'étincelles ou de courants instantanés, j'ai démontré que ces décharges passent aussi facilement par le fer que par le cuivre, à longueurs et à sections égales pour ces deux métaux. Jusqu'à ces derniers temps, on n'avait pas mis en doute mes expériences faites en 1865, et cependant on continuait à soutenir que le cuivre était préférable, à cause de sa plus grande conductibilité. Aujourd'hui, on veut bien admettre qu'en général, un paratonnerre en fer galvanisé est aussi convenable qu'un paratonnerre en cuivre. A la vérité, ce dernier se conserve mieux à l'air ; mais, étant d'un prix bien supérieur à celui du fer, il tente les voleurs, quand il se trouve dans des lieux faciles à atteindre. Aussi que de paratonnerres interrrompus par suite de vols commis et, par conséquent, devenus une cause de danger au lieu d'une arme défensive.

Le cuivre, cependant, en raison de son excellente conductibilité et de sa conservation à l'air, présente quelques avantages pour la terminaison aérienne du paratonnerre, surtout si on lui donne la forme d'une pointe déliée.

Il est encore certains cas particuliers dans lesquels le cuivre peut offrir quelques avantages, par exemple, lorsqu'il s'agit des paratonnerres des navires, conformément au système de Sir William Snow Harris. Ce système a rendu de grands services à la marine britannique. En général, le fer zingué suffit, même à l'état de conducteurs déliés. En Amérique et sur le continent, le fer zingué est ordinairement employé pour les conducteurs ; en Angleterre on emploie plus souvent le cuivre. Je me demande si les nombreuses réclames faites en sa faveur ne sont pas pour beaucoup dans son emploi très-répandu en Angleterre, où le fer zingué compte encore des partisans autorisés et désintéressés qui, comme les académies de Belgique, de Berlin et de Paris, admettent que son emploi est aussi efficace que celui du cuivre.

J'ignore si, dans les phénomènes naturels de l'électricité atmosphérique, il peut se présenter, sur des conducteurs massifs en fer et en cuivre, des actions analogues à celles que j'ai démontrées pour les décharges de fortes batteries passant dans des fils très-minces et très-longs de cuivre et de fer. Contrairement à ce qui est admis, en général, on voit le fer résister mieux à la rupture, à la fusion et à la dispersion que le cuivre.

Il y aurait à tenir compte, dans l'étude de ces phénomènes que j'espère continuer, des rapports que ces métaux offrent, eu égard à leur densité, à leur fusibilité, à leur ténacité, à leur capacité calorifique, à leur conductibilité pour la chaleur et l'électricité, facteurs qui interviennent nécessairement lorsque l'électricité, à haute et à faible tension, traverse des fils de cuivre et de fer de mêmes dimensions.

Je ne connais qu'une seule observation qui permette de dire que le fer peut résister, sans détérioration, à un coup de foudre, alors qu'un fil de cuivre de même diamètre ne résiste pas. — On sait, en effet, que les fils de fer de $6^{mm},045$ (n° 6 de la Jauge de Birmingham) ont résisté aux nombreux coups de foudre qui frappent, en Angleterre, les poteaux télégraphiques (observations de M. W.-H. Preece), tandis que je lis dans les *Verhandlungen der königlich preussischen Akademie der Wissenschaften,* année 1876, qu'un fil de cuivre de 6 millimètres a été fondu à plusieurs places, bien qu'une partie du courant électrique froudroyant pût se ramifier dans le bâtiment et se rendre au sol sans passer par le conducteur.

Sans entrer dans des considérations plus développées, je me bornerai à rappeler que, depuis Gay-Lussac, on a toujours admis que les conducteurs et les raccordements à la terre pouvaient être en fer.

Examinons maintenant la forme du dispositif terminal aérien.

Pointes.

La terminaison aérienne supérieure, proposée par Franklin, était une pointe aiguë ; mais on a successivement proposé des terminaisons plus ou moins obtuses. Dans mon ouvrage sur les paratonnerres j'ai discuté toutes les formes proposées, depuis la pointe plus ou moins effilée jusqu'à la sphère.

En général, c'est la pointe qui a prévalu ; elle est toujours employée, mais elle reçoit des formes assez variées et, souvent, au lieu de la pointe unique de Franklin, on fait usage de pointes multiples, sortes d'aigrettes de grande dimension.

Disons toutefois que des savants considérables ont fait, dès Franklin, une forte opposition à l'emploi des pointes ; ils ont proposé des terminaisons en boule, entre autres ; cependant l'action des pointes sur les corps électrisés (action en dehors de toute discussion et que l'on est autorisé à appliquer au cas des nuages orageux) nous apprend que ces pointes soutirent tranquillement l'électricité aux nuages ou envoient aux nuages de l'électricité soutirée à la terre, ce qui les a fait adopter.

Les pointes sont admises, même par les physiciens qui, tout en leur refusant une action préventive énergique, sont bien obligés de leur reconnaître une action, si faible qu'elle soit ; il ne faut donc pas la dédaigner, lorsqu'il s'agit de phénomènes dans lesquels de légères poussières, des courants d'air plus ou moins chauds, plus ou moins humides, peuvent occasionner des déviations de la foudre.

Les pointes ou les tiges employées en France ont une hauteur de 5 à 10 mètres au-dessus du faîte du bâtiment. Habituellement les hauteurs moyennes de 6 à 8 mètres suffisent. Quant à leur emplacement et à leurs distances relatives, les règles posées par les instructions de l'Académie de Paris ne sont pas absolument explicites ; elles laissent une certaine lati-

tude aux constructeurs et un doute qui peut conduire à l'arbitraire.

Une première question se présente, si l'on adopte la pointe formant un cône ou tronc de cône plus ou moins aigu, au haut de la tige, depuis le cône dont le rayon de base est égal à la hauteur, jusqu'aux tiges effilées à partir de leur point d'attache au conducteur où elle n'a guère que 3 à 4 centimètres et demi de diamètre; en général, on termine les tiges par un fer carré aminci et arrondi à la partie supérieure d'après les instructions de l'Académie.

Pourquoi a-t-on donné aux tiges une hauteur si considérable? La réponse est facile: on a admis qu'une pointe (comme Franklin et beaucoup d'autres après lui l'admettaient) exerce une action *préventive* et qu'ensuite, elle protège contre l'action de la foudre une zone proportionnelle à sa hauteur. Cependant les observations ont démontré qu'il fallait rétrécir cette zone, fixée, dans l'instruction de Gay-Lussac, à un cercle d'un rayon double de la hauteur de cette tige et passant par le centre. Or cette prétendue zone de protection présente, de l'avis de tous les physiciens, beaucoup d'arbitraire. Aussi a-t-elle été constamment restreinte depuis Gay-Lussac. En définitive, quelque faible qu'on la prenne, elle n'est pas de nature à être admise sans contestation. Je crois impossible, dans l'état actuel de la science, de tracer la limite précise de cette zone, ou de ce cercle de protection.

La question de la hauteur à donner aux tiges m'a vivement préoccupé; je l'ai discutée dans diverses publications; ma conclusion était forcée: les hautes tiges ne sont ni nécessaires ni indispensables; elles peuvent être remplacées par des pointes nombreuses, courtes, effilées, faciles à établir et à mettre en communication avec le conducteur.

Mais, au lieu d'employer une seule tige longue et pointue, d'un placement coûteux, j'ai fait voir qu'il était plus avantageux d'employer des aigrettes à six ou sept pointes hautes de 1 mètre à $1^m,50$, ou 2 mètres et plus, et d'en multiplier le nombre sur les conducteurs, ce qui peut se faire à très peu de frais. En effet, une dizaine d'aigrettes en cuivre d'un mètre ne coûtent pas autant, avec leur soixante à soixante-dix pointes effilées, qu'une seule tige de l'ancien modèle et, si l'on se contente de fer galvanisé travaillé en pointe, deux ou trois cents pointes, dispersées sur le faîte des édifices sous forme d'aigrettes à cinq, six ou sept pointes effilées, ne coûtent pas autant qu'une tige unique de hauteur moyenne.

Il suffit de jeter un coup-d'œil sur les paratonnerres exposés au palais des Champs-Elysées, pour apprécier ces différentes formes et avoir une idée générale et complète de tous les systèmes de pointes ou de tiges: pointes en cônes plus ou moins obtus (de l'Académie), pointes multiples diverses, plus ou moins longues, sphère garnie de pointes multiples assez courtes, etc. — et, ensuite, les aigrettes de mon système. Je me garderai bien de faire la moindre critique: indépendamment de pointes assez longues que je conseille de placer sur le faîte des dômes, des flèches, des tours, j'emploie, en général, des aigrettes assez courtes, de $0^m,50$ à $1^m,50$ et même 2 mètres, dont les pointes sont inclinées à 45° et étalées en éventail ou en corbeille, autour de la pointe centrale plus longue que les autres; elles ont de 6 à 8 millimètres de diamètre à la base. On peut les prendre en cuivre rouge ou en fer zingué; on peut employer aussi un fil de fer zingué, terminé par une pointe effilée en cuivre rouge, disposition analogue à celle employée par l'Académie pour les grandes tiges.

On me permettra de constater que les aigrettes en cuivre rouge de l'hôtel de ville de Bruxelles, placées en 1865, sont encore parfaitement intactes aujourd'hui; aucune n'est émoussée, et, malgré leur délicatesse, elles ont parfaitement résisté au terrible ouragan du 12 mars 1876.

On pourrait, à la rigueur, admettre que les pointes n'exercent sur les nuages orageux qu'une action assez faible, et cependant il faut bien admettre que, d'après les expériences de Buffon, de Canton, de Dalibard, de Delor et de Lemonnier, le pouvoir des pointes doit être admis. Les expériences et les observations de Beccaria, de Charles, de Cosson, du docteur Lining, de De Romas et de Toaldo sont telles, que l'on est autorisé à admettre que les pointes peuvent transformer les nuages orageux en nuages ordinaires.

Arago, dans sa remarquable notice sur le tonnerre, arrivait, d'après les observations et les expériences de Beccaria, à la conclusion que *la quantité de matière* (fulminante ou de foudre) *enlevée à l'orage dans le court espace d'une heure eût suffi pour tuer plus de trois mille hommes.*

Pourquoi de nombreuses tiges courtes peuvent-elles avantageusement remplacer de longues barres de 5 à 10 mètres de hauteur?

Il y a à faire intervenir les considérations suivantes:

1° Les doutes légitimes existant sur la valeur réelle de la zone ou du cercle de protection.

2° La hauteur des tiges, toujours très-faible, si on la compare à la distance et à l'étendue des nuages orageux; cette hauteur disparaît ou s'évanouit dans les résultats définitifs des calculs, si l'on applique les lois de Coulomb. M. W.-H. Preece, en 1872, a émis la même idée.

3° L'analyse de Poisson sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs.

Je ne sache pas qu'il y ait lieu de comparer la hauteur de la tige à la hauteur de l'édifice lui-même, ce qui serait peut-être une question d'expérience et d'analyse à examiner.

4° La considération que la foudre, dans la plupart des cas, ne frappe pas une seule partie, un seul point des parties élevées des corps; le plus souvent, ce n'est pas par une étincelle unique, mais sous forme de nappe, avec un ou quelques centres principaux d'intensité, qu'elle atteint et foudroie les corps terrestres en les enveloppant. C'est ce

qu'admet M. le professeur Daniel Colladon à la suite de ses nombreuses observations.

5° Il paraît incontestable que la tension doit être diminuée considérablement sur un conducteur armé de pointes nombreuses. Or toute cause qui tend à diminuer cette tension est de nature à permettre un écoulement plus facile, plus prompt, vers le réservoir commun ou même en sens inverse, du réservoir commun vers le ciel. Perrot a prouvé que, la tension augmentant sur un conducteur, celui-ci devient foudroyant pour les corps voisins.

6° Il y a lieu de signaler un fait qui se présente assez souvent pour qu'on en tienne compte. Je veux parler de l'éclair en boule.

On a souvent constaté l'inefficacité des paratonnerres anciens contre la chute de la foudre globulaire; or, M. Gaston Planté admet que les paratonnerres à pointes multiples, agissant sur un grand nombre de points de l'atmosphère, sont plus efficaces que les paratonnerres de grande hauteur et à pointe unique; ses expériences militent en faveur des paratonnerres à pointes multiples, proposés par Perrot et par moi; quelques-unes d'entre elles appuient particulièrement la disposition en corbeille ou en éventail de pointes, adoptée pour les paratonnerres de l'hôtel de ville de Bruxelles.

7° M. Gavaret, professeur de physique à la Faculté de médecine, après avoir répété les expériences de Perrot, disait, dès 1865 : « Il n'est plus permis aujourd'hui d'établir des paratonnerres à une seule pointe ».

8° Les pointes multiples, on ne doit pas l'oublier, remplissent un double rôle que Franklin avait parfaitement défini dès 1747; elles *soutirent* le feu électrique des nuages pour le disperser dans la terre, mais elles peuvent aussi le *rejeter* vers le ciel. Le plus souvent on ne distingue pas suffisamment ces deux cas dans les descriptions des coups de foudre que l'on rencontre dans les livres. La distinction entre la foudre *ascendante* ou *descendante* n'est pas toujours facile à faire d'après l'observation des dégâts produits. C'est une lacune que l'avenir comblera sans doute, si l'on se conforme aux vœux du congrès : 1° *préciser les méthodes d'observation pour l'électricité atmosphérique;* 2° *réunir les éléments statistiques relatifs à l'efficacité des paratonnerres des divers systèmes et à l'action préservatrice ou nuisible des réseaux télégraphiques ou téléphoniques.*

Je me permettrai, à cette occasion, de signaler l'emploi du *rhé-électromètre* de Marianini, appareil auquel j'ai donné une forme simple et peu coûteuse, qui permet de l'intercaler dans les paratonnerres comme dans les réseaux de fils télégraphiques et téléphoniques; il indique le sens des courants et nous permet de préciser les cas où *la terre foudroie le ciel* et ceux où *le ciel ou les nuages foudroient les objets terrestres.*

J'ajoute que j'ai décrit un cas de foudre ascendante, en donnant la preuve expérimentale que la gare d'Anvers avait foudroyé le ciel, le 10 juillet 1865.

Quand on examine ce que les savants ont écrit sur la question des pointes, on est arrêté par une circonstance délicate. Ainsi le savant professeur P.-T. Riess pensait *qu'un faisceau de pointes est moins actif qu'une pointe unique.* Il me paraît incontestable que lorsque les pointes d'une aigrette sont différemment inclinées, lorsque ces aigrettes sont dispersées sur d'assez grandes distances, on ne peut plus leur appliquer la sentence de P.-T. Riess. Des pointes multiples divergentes, situées à des distances assez grandes et dans les plans différents d'un édifice, ne doivent pas exercer une action comparable à celle d'un faisceau *(Bündel)* de pointes juxtaposées.

Dans les questions qui touchent au bon fonctionnement du paratonnerre, l'observation bien faite et bien décrite a une importance considérable.

A cet égard, il y a lieu de mentionner une observation publiée en 1875 par M. R.-J. Mann, président de la Société météorologique de Londres. Il a constaté, à Pietermaritzburg, dans le Natal, après l'établissement provoqué par lui d'un grand nombre de paratonnerres armés de nombreuses pointes, que les chutes de foudre, fréquentes avant son arrivée, étaient devenues très-rares depuis.

Ces observations correspondent à une durée de plusieurs années.

N'est-il pas naturel d'appliquer à un édifice une donnée jugée favorable pour une ville entière où fonctionnaient de nombreux paratonnerres armés de pointes sous forme de balais étalés et ne comprenant pas moins de quarante-deux pointes juxtaposées pour chaque conducteur ?

Je crois donc m'accorder avec les faits et les observations en adoptant les pointes multiples.

Je laisse aux savants électriciens et parafoudriers le soin d'apprécier si j'ai raisonné juste et appliqué logiquement les principes de la science, à ce point particulier de mon système de paratonnerres.

Conducteurs nombreux, mais de faible section.

A l'appui de l'inutilité des conducteurs à grande section, je citerai l'opinion de M. W.-H. Preece, membre du congrès, électricien en chef de l'Administration des télégraphes en Angleterre. M. Preece disait, en s'appuyant sur les observations faites en Angleterre sur les poteaux télégraphiques, *qu'un conducteur en fer* de 4 à 6 millimètres de diamètre était parfaitement suffisant pour une habitation ordinaire; suivant lui, il n'y avait pas lieu de s'astreindre à l'emploi de conducteurs massifs à grande section; il ajoutait que *l'emploi d'un tel conducteur était comparable à la construction d'un égout en tunnel, alors qu'un petit tuyau de drainage pouvait être suffisant.*

C'est, en partie, au moins, ce principe que j'avais appliqué dès 1865 à l'hôtel de ville de Bruxelles; mais, par excès de prudence, j'avais employé huit conducteurs de 10 millimètres

de diamètre pour protéger la tour et la flèche, et des conducteurs de 6 et 8 millimètres, parcourant le faîte de tous les toits. Aujourd'hui je recommande, en général, l'emploi des conducteurs de fer zingué de 8 millimètres, faciles à poser, à courber et à onduler en vue de la dilatation, en leur faisant suivre tous les contours des bâtiments. — Avant de me décider en faveur des conductenrs pareils, j'ai cru devoir compulser toutes les descriptions de coups de foudre depuis Franklin, surtout lorsque la foudre passait dans un conducteur délié. J'étais arrivé à admettre le principe que Gay-Lussac pose dans son instruction, en tenant compte, bien entendu, des cas où les fils minces étaient détruits, mais avaient néanmoins préservé les édifices. Les paroles de cet illustre physicien méritent d'être citées.

« Quant au conducteur du paratonnerre, une barre de fer de 16 à 20 millimètres en carré est suffisante. On pourrait même le faire plus petit et se servir d'un simple fil métallique, pourvu que, arrivé à la surface du sol, on le réunît avec une barre métallique de 10 à 13 millimètres en carré, qui s'enfonçât dans l'eau ou dans une couche humide. Le fil, à la vérité, serait dispersé par la foudre, mais il lui aurait tracé sa direction jusque dans le sol et l'aurait empêchée de se porter sur les corps environnants. Au reste, il sera toujours préférable de donner au conducteur une grosseur suffisante pour que la foudre ne puisse jamais le détruire, et nous ne proposons de le réduire *à un fil* de métal que pour diminuer les frais de construction des paratonnerres et les mettre à portée de toutes les fortunes. »

Je crois avoir largement réalisé la pensée de Gay-Lussac, en employant du fer mince, mais capable de résister à un coup foudroyant, quelle que soit son intensité, à moins, comme le disait Franklin, *que Dieu, pour nos péchés, ne trouvât bon de nous envoyer une pluie de feu, comme sur quelques cités anciennes, auquel cas il ne faudrait pas s'attendre à voir nos conducteurs, de quelque taille qu'ils fussent, protéger nos maisons contre un miracle.*

Eu égard à la tension électrique d'un coup de foudre sur un fil, eu égard aux faibles frais, je me suis décidé à employer plusieurs fils, et, avant la pose du premier paratonnerre de mon système, j'ai tenu à démontrer le partage d'une étincelle unique entre 400 conducteurs métalliques de conductibilités très-différentes (dans les rapports de 1 à 8), de diamètres variables entre $0^m,0063$ et $0^m,00008$ dont les sections sont entre elles dans le rapport de 62 à 1 ; j'ai même pu intercaler dans ces très-minces conducteurs métalliques des conducteurs médiocres, tels que eau pure, eau ordinaire, terre humide, terre ou sable secs. Or ces expériences m'ont prouvé la divisibilité parfaite de l'étincelle. Elle aura lieu, en conséquence, lors d'un coup de foudre, entre les quelques conducteurs métalliques d'un paratonnerre. Mes expériences ont, de plus, prouvé que dans des fils homogènes de même longueur, les détériorations, lorsqu'il s'en produit, sont les mêmes pour tous, c'est-à-dire que le partage est absolument proportionnel au nombre de conducteurs, ou que l'énergie mécanique reste la même pour tous. Sir William Snow Harris avait, dès 1834, prouvé par l'expérience que les décharges de fortes batteries passant par un seul fil pouvaient le fondre, tandis que si la décharge passait par deux fils, elle ne les fondait plus ou qu'elle les fondait simultanément tous les deux.

Raccordements terrestres.

De l'avis unanime de tous les savants qui se sont occupés des paratonnerres, la question du raccordement des conducteurs avec la terre est incontestablement la plus importante. Elle réclame l'attention la plus sévère dans ses dispositions : qu'on lise les nombreuses descriptions de coups de foudre sur des bâtiments munis de paratonnerres, et l'on sera convaincu qu'en général, c'est à un défaut de communication avec la terre que doivent être attribués les dégâts produits par la foudre. On se trouve toujours en présence d'un contact à l'eau, ou au sol humide, de trop faible section et parfois mal établi. — S'agit-il de coups latéraux, qui se produisent souvent, du paratonnerre vers les conduites de gaz ou d'eau, on s'en rend parfaitement compte, en raison de la surface considérable du contact de ces conduites avec le sol, lorsqu'on la compare avec celle d'un simple puits, tel qu'il est ordonné et disposé conformément aux instructions de l'Académie des sciences et de la commission spéciale chargée d'étudier l'établissement des paratonnerres des édifices municipaux de Paris. — Malgré l'opposition de quelques commissions officielles scientifiques et de quelques savants, on admet aujourd'hui l'utilité et la convenance de la liaison des conducteurs des paratonnerres avec les canalisations de gaz et d'eau. Des savants illustres, des commissions académiques et des sociétés, s'occupant de la question des paratonnerres, s'accordent pour adopter ces principes. — On a prouvé par des observations bien faites qu'il est plus avantageux pour l'édifice, comme pour les conduites de gaz et d'eau, de rattacher celles-ci aux conducteurs des paratonnerres que de les laisser isolées. On sait, en effet, que des conduites ont été endommagées à la suite de coups de foudre, ce qui, sans doute, n'aurait pas eu lieu si on les eût fait communiquer avec des conducteurs terminés en pointe.

Il résulte des observations continuées, pendant plus de vingt ans en Amérique, par M. David Brooks, qu'aucun dommage n'est résulté de la liaison des conducteurs des paratonnerres aux conduites de gaz ou d'eau, tandis que l'on a signalé une foule d'accidents plus ou moins graves quand cette liaison a fait défaut.

Il me semble que l'on peut hardiment affirmer aujourd'hui que cette liaison doit être surtout recommandée en vue d'éviter des coups latéraux ou des déviations dangereuses de la foudre vers ces conduites, les fers ou les métaux qui, actuellement, entrent dans les constructions.

Je m'arrête un instant à la question de l'emploi des métaux dans les édifices, car elle se rattache à la considération des canalisations de gaz et d'eau.

J'ai fait voir dans mes publications sur les paratonnerres que, s'il importe de raccorder toutes les masses métalliques, tant intérieures qu'extérieures, avec les conducteurs, il est non moins utile d'établir ces communications de façon à former des *circuits fermés* avec les conducteurs du paratonnerre. J'ai appelé l'attention sur les distinctions à établir entre les métaux intérieurs et ceux qui se trouvent à l'extérieur, tels que faîtages, toits métalliques, chéneaux, gouttières, etc.; de même entre les métaux intérieurs: 1° des combles et des étages supérieurs; 2° des métaux rapprochés des conducteurs, et 3° des métaux qui se trouvent vers le rez-de-chaussée ou les caves, souvent peu distants les uns des autres, enfouis dans des maçonneries plus ou moins humides et médiocrement conductrices, ou non loin des puits, des pompes et des conduites d'eau et de gaz.

Je crois pouvoir affirmer que lorsque le paratonnerre possède le raccordement tel qu'il assure une communication parfaite et assurée avec la terre par une large surface, il est quelques parties métalliques qu'on peut laisser, sans danger, en dehors du système des conducteurs.

On est parfois obligé d'en agir ainsi, et j'ai dû le faire, quelquefois à regret, à cause des difficultés que je rencontrais pour établir ce raccordement dans les édifices achevés.

Ces difficultés, que l'on rencontre particulièrement lorsqu'il s'agit de protéger un bâtiment déjà achevé, disparaîtraient si l'on prévoyait la pose d'un paratonnerre dès les fondations des édifices importants. Dans ce dernier cas, il est non seulement facile de faire communiquer toutes les masses métalliques entre elles par des circuits fermés; mais tous les métaux deviennent ainsi une série de conducteurs nombreux *adventifs;* la pose des conducteurs devient simple, facile et peut se faire à moindres frais.

Je cite, dans mes publications, un exemple frappant où des millions de kilogrammes de fonte et de fer ont été laissés en dehors du système des conducteurs; en même temps je fais voir combien il eût été facile de les rattacher, presque sans frais, au système général de la construction et des conducteurs des paratonnerres, tout en consolidant l'édifice.

A l'égard du raccordement avec la terre, les métaux qui conduisent la foudre peuvent se comparer aux lits des fleuves, par lesquels l'eau coule à la mer, leur réservoir commun; mais, avec des sections égales, les métaux, d'une part, l'eau des sources, la terre humide, d'autre part, fournissent un écoulement plus ou moins facile à l'électricité.

Ici doit se placer une restriction assez importante. En effet, quand on cherche à se rendre compte de la conductibilité des métaux pour l'électricité, ou de la résistance qu'elle éprouve à s'écouler par des conducteurs de même section, de même longueur, mais de nature métallique différente, on mesure cette conductibilité ou cette résistance relative au moyen de la pile; celle-ci donne un courant électrique de faible tension, or l'étincelle électrique foudroyante, ou la foudre, possède une tension relativement beaucoup plus considérable, et, par suite, les coefficients déterminés d'après le courant de la pile ne sont pas absolument applicables aux cas de foudre.

Je crois l'avoir prouvé dès mes premières études, en 1865, en faisant voir qu'une étincelle passe avec autant de facilité par un conducteur en fer que par un conducteur en cuivre, qui, cependant, conduit six ou sept fois mieux le courant de la pile que le fer, ou qui lui offre une résistance six ou sept fois moindre. Ainsi l'instantanéité de la décharge ou du courant modifie la conductibilité. Mais nous ne connaissons pas aujourd'hui la valeur de ce coefficient, que l'avenir déterminera, tant pour la conductibilité du métal que pour celle des conducteurs dont nous avons à tenir compte. Je veux parler de l'eau et de la terre humide.

La résistance du fer étant représentée par l'unité, celle de l'eau ordinaire, d'après MM. Becquerel et Pouillet, devra être représentée par 1.000.000.000 (un milliard), tandis que quelques physiciens admettent que celle de la terre humide serait sensiblement représentée par 4.000.000.000, ou environ le quadruple. Il résulte de ces données qu'un paratonnerre ayant un conducteur métallique d'un centimètre carré de section devrait, pour transmettre *absolument librement* à l'eau (c'est-à-dire sans autre résistance que celle qui lui est offerte par le fer, bon conducteur) l'électricité qui le parcourt, ou la foudre qui le frappe, être terminé par une plaque de fer de 225 mètres de côté, et immergée par ses deux faces. Pour réaliser ces mêmes conditions dans un sol humide, cette plaque ne devrait pas avoir moins de 450 mètres de côté. — Ces conditions sont absolument irréalisables dans la pratique.

Il faut donc se rapprocher, autant que la pratique le permet, de cette donnée irréalisable, en augmentant, par tous les moyens dont on dispose, la surface de contact avec l'eau ou le sol humide, en augmentant les surfaces de l'organe qui constitue le paratonnerre souterrain dans le puits, et surtout en rattachant les conducteurs de paratonnerres aux immenses ramifications des deux canalisations métalliques du gaz et de l'eau.

Pour l'hôtel de ville de Bruxelles j'ai employé, dans le puits, un tube de fonte offrant 10 mètres carrés de surface, 20 fils de fer pointus de 5 mètres de long et de 12 millimètres de diamètre dont la surface immergée équivaut à 4 mètres, soit 14 à 15 mètres, non compris huit grandes lames de charbon des cornues à gaz de $0^m,35$ de largeur sur une longueur de plus d'un mètre; des dérivations des conducteurs sont en outre en communication avec les canalisations du gaz et de l'eau.

Coût de la pose des paratonnerres.

Il me reste à examiner un dernier côté de la question, c'est le côté économique. Il est évident que la question d'*efficacité* prime tout le reste; mais, la sûreté étant acquise, il importe de se rendre compte des frais.

Dès 1823, Gay-Lussac cherchait les moyens de mettre les paratonnerres, trop coûteux à son époque, à la portée de toutes les fortunes. En Ecosse, d'après l'illustre professeur et électricien Sir William Thomson, les grands manufacturiers prétendent qu'il est moins coûteux d'assurer les bâtiments que de les munir de paratonnerres. L'illustre professeur, M. Helmholtz, demandait au congrès un examen approfondi de la question du bon marché ; il avait d'abord cru que les paratonnerres de mon système étaient plus coûteux que ceux des systèmes anciens.

Je crois avoir éclairé la question d'économie en donnant les devis et les sommes payées pour l'établissement de quelques paratonnerres établis dans ces dernières années en Belgique.

Les paratonnerres devant couvrir et protéger une superficie donnée de bâtiments, abstraction faite des édifices munis de clochers et de flèches, leurs prix peuvent être évalués comparativement, d'après le nombre de mètres carrés de surface couverte protégée. Le prix du mètre carré, pour les paratonnerres construits conformément à l'ancien système, d'après les instructions françaises, a varié, en Belgique, pour six grands monuments, de $3^f,02$ à $9^f,68$, avec une moyenne générale de $4^f,46$, tandis que le prix de trois paratonnerres de mon système n'a été que de $0^f,47$ à $0^f,77$, soit en moyenne $0^f,66$ par mètre carré de surface protégée.

J'ai dit et je crois pouvoir maintenir que les détails que j'ai donnés suffisent pour mettre tout ouvrier serrurier ou forgeron intelligent à même de construire un paratonnerre, et tout propriétaire soigneux à même d'en surveiller le bon établissement.

Voici l'exemple d'un paratonnerre établi sur une grande ferme chez un de mes amis, qui l'a fait poser par des ouvriers ordinaires ; il a employé du fil de six millimètres en fer galvanisé. Le paratonnerre a été muni de 36 aigrettes, soit 216 pointes, 11 contacts à la terre, dont deux à deux puits différents et deux à un étang ; le circuit des faîtes, qui se trouvent dans neuf plans horizontaux différents, a plus de 300 mètres de développement ; la profondeur moyenne des bâtiments peut être estimée à sept mètres, soit en nombre ronds une surface couverte de 2.000 mètres carrés. Or le tout a coûté environ 400 francs, soit $0^f,20$ par mètre carré de surface couverte. Je me crois donc autorisé à dire : *Partout, dans les villes comme dans les campagnes, on pourra dorénavant se donner le* LUXE *de faire armer son habitation d'un paratonnerre, pour se mettre à l'abri de la foudre, tout comme on se donne le luxe d'un foyer, pour se garantir du froid et d'une cheminée pour expulser au dehors les produits nuisibles de la combustion du bois ou de la houille.*

Conclusion.

En résumé, je crois établi que le système de paratonnerres que j'ai proposé réalise à un plus haut degré l'action *préventive* et *préservatrice* d'un *parafoudre,* et qu'il est moins imparfait que ceux établis jusqu'à ce jour.

J'attends avec calme le jugement que l'avenir portera et la démonstration fournie par les relevés statistiques dans les divers pays, conformément au vœu émis par le Congrès international des électriciens en 1881.

Nécrologie.

S. Exc. M. le Général de Luders, Conseiller privé, Directeur Général des télégraphes de Russie.

Nous avons la douleur de porter à la connaissance de nos lecteurs la triste nouvelle de la mort de S. Exc. M. le Général de Lüders, Conseiller privé, Directeur Général des télégraphes de Russie, décédé à Salbourg le 15/27 du mois d'Août dernier, à 8 heures du matin.

N'ayant pas encore reçu sur les détails de la vie et des œuvres de cet éminent fonctionnaire les renseignements que nous fait espérer l'Administration russe, nous réservons pour un prochain numéro l'article nécrologique où nous nous proposons de rappeler le rôle considérable qu'a rempli M. le Général de Lüders dans l'histoire de la télégraphie de son pays, et dans le développement de l'Union internationale des télégraphes ; mais nous ne voulons pas tarder à exprimer ici la vive impression que cette grande perte a causée non pas seulement dans le personnel de l'Administration russe, mais encore dans toute l'étendue du monde télégraphique.

Depuis près de 17 ans à la tête de l'important service qu'il dirigait avec une si grande habileté et une autorité si reconnue, M. le Général de Lüders avait eu de nombreuses occasions d'entretenir des relations personnelles avec ses collègues des autres Etats. C'est lui qui représentait son pays aux Conférences internationales de Vienne, de Rome et de Londres, et c'est lui qui en 1875, avait eu, comme chef de l'Administration du pays qui leur offrait une hospitalité momentanée, à accueillir à S^t-Pétersbourg les autres membres de l'Union télégraphique et à conduire et à diriger leurs délibérations. Dans ces différentes réunions et plus particulièrement dans celle que nous avons rappelée en dernier lieu, tous ceux qui ont participé aux travaux de ces Assemblées ont pu apprécier, comme nous, quelles étaient la loyauté du caractère de M. de Lüders, la fermeté de son jugement, la noblesse de son esprit, l'élévation de ses idées, l'affabilité de la distinction de ses manières et aussi la générosité et la bonté de son cœur.

Quant à nous qui aurons toujours présent le souvenir du bienveillant intérêt qu'en toutes circonstances, M. de Lüders n'a cessé de montrer au Bureau inter-

national et qui avons gardé si précieuse mémoire de l'affection qu'il voulait bien nous témoigner, la perte que vient de faire la télégraphie nous frappe en quelque sorte comme un deuil personnel et c'est avec la plus vive sympathie que, dans cette pénible occasion, nous apportons à la noble et digne compagne de sa vie, ainsi qu'aux autres membres de la famille le tribut de nos regrets les plus profonds.

Sommaire bibliographique.

Publications indépendantes.

A. Borel. L'électricité à l'Exposition de Bordeaux, 1882, une brochure in-8° avec 20 dessins intercalés dans le texte, Bordeaux, Ferret et fils, 1882.

Report of electrical tests of the « 1881 » and « 1882 » atlantic cables of the American telegraph and cable Company, une brochure in-12, 1882.

C. Tiemann. Der elektrische Telegraph. Ein Buch für Jedermann, un volume in-8° de 264 pages avec 116 figures intercalées dans le texte, Berlin, Wilhelm Bænsch, 1882.

A. L. Ternant. Monographie du syphon Recorder de Sir W^m^ Thomson, un petit vol. d'environ 100 pages, avec figures intercalées dans le texte, Paris, Librairie Masson, 1882. Prix 4 francs.

Publications périodiques.

Archiv für Post und Telegraphie, 1882.

N° 14. — Verstaatlichung der Telegraphie in den Vereinigten Staaten von Amerika. — Das Post- und Telegraphenwesen in Bayern im Jahre 1880. — Kleine Mittheilungen.

N° 15. — Das Rysselberghe'sche Fernsprechsystem. — Die englische Post- und Telegraphenverwaltung während des Rechnungsjahres 1880. — Kleine Mittheilungen.

N° 16. — Die Vertrauensärzte der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung. — *Pr. Rockstroh.* Verkehrswege, Post- und Telegraphenwesen in Guatemala. — Kleine Mittheilungen.

Journal of the Society of Telegraph Engineers and of Electricians, vol. XI.

N° 43. — *W. E. Ayrton and J. Perry.* On measuring-instruments used in electric lighting and transmission of power. — *Dr. Obach.* Description of apparatus and diagrams. — *A Stroh.* On attraction and repulsion due to sonorous vibrations, comparing the phenomena with those of magnetismus. — *Lieut. P. Cardew.* On a new method of determining large electric currents and very low resistances. — *Lieut. A. H. Bagnold.* On the organisation and operations of the field telegraph corps in the Transvaal, 1881, with some general remarks on field telegraphs. — *Maj. Amstrong.* On submarine mining. — *Lieut. V. H. P. Caillard.* Michel Glœsener. — *W. S. Nosworthy.* Note on earth currents. — *Pr. W. E. Ayrton and J. Perry.* Some remarks on the technical education and electrical engineer. — Abstracts.

Elektrotechnische Zeitschrift, 3^e^ année.

N° 8. — *Pr. Dr. Förster.* Mittheilungen aus den Verhandlungen des Erdstrom-Komite's. — Berichte über die Ausstellung in Paris. — Galvanometer für starke Ströme von Marcel Deprez. — *W. E. Fein.* Dynamoelektrische Maschine mit Handbetrieb. — *Al. Perényi.* Ueber die Stärke der Undulationen des elektrischen Stromes. — Mikrophonisch-telephonische Uebertragung. — Elektrische Uhr von Lassance. — Die Lampe Soleil. — Kleine Mittheilungen.

The telegraphic Journal and electrical Review, vol. XI.

N° 247. — The resistance of carbon and the telephone. — The telephone industry. — *Th. du Moncel.* The Edison electrical etablishment at Ivry. — Electric lamp: Robert Mondos' system. — Telegraphs in China. — The magneto sounder. — Correspondence. — The electric lighting bill. — Notes.

N° 248. — Military telegraph stations in balloon. — The British Association. — Calender's insulating material. — The Edison electric light at the General Post Office. — Application of electricity to the transmission of force in the French mines. — Correspondence. — The British Association. — Notes.

N° 249. — Association française pour l'avancement des sciences. — *W. F. Nosworty.* A differential electric thermoscope. — Chaster's telephonic apparatus. — Report of the electrical tests of the „1881" and „1882" atlantic cables of the American telegraph and cable Company. — The British Association. — Correspondence. — Notes.

N° 250. — Electric lighting on a large scale. — The Lewett-Müller electric lighting system and multiple circuit dynamo. — *Pr. W. Ayrton and J. Perry.* Measuring instruments used in electric lighting and transmission of power. — Groves's discharge key. — Simmon's portable testing box. — The British Association. — Application of electricity to the raising of the water supply for the town of La Rochelle. — New process for the rapid formation of secondary couples with plates of lead. — Association française pour l'avancement des sciences. — Correspondence. — Notes.

Journal of the Telegraph, vol. XV.

N° 350. — *E. Edlund.* On the electric resistance of the gases. — Telegraph Schools. — The origin of the thunderstorms. — Transmission of electrical power. — Discharge of electricity by heated bodies. — One way to prevent decay of wood posts.

Maandblad voor Telegrafie, 12^e^ année.

N° 8. — De inwendige stroom van een galvanisch element. — De elektrische geleidbaarheid der kool onder verschillenden druk. — De elektriciteitmeters. — De tegenwoordige toestand van het elektrische licht. — Korte Mededeelingeu.

Il Telegrafista, 2^a^ année.

N° 9. — *F. Cardarelli.* L'esposizione di elettricitá a Parigi. — Miscellanea. — Taccuino del telegrafista.

L'Electricité, 5^e^ année.

N° 33. — L'exposition du Royal Aquarium de Londres. — L'électricité à l'Observatoire de Paris. — La comédie des unités absolues. — L'école de chimie et de physique industrielles. — Electrisation générale du corps humain. — Galvani. — L'orage des 12—13 Août 1882. — Georges de Ternant. — Chronique. — Correspondance. — Bibliographie. — Revue financière.

N° 34. — Exposition de Bordeaux. — Usage pratique des unités dites à tort absolues. — La force motrice du vent et de l'électricité. — Plus d'incendie par l'électricité. — Progrès de la télégraphie sous-marine. — La soudure des câbles en plein Océan. — Les câbles transatlantiques. — L'unité de méridien. — Les tramways électriques. — Le Congrès des électriciens. — Chronique. — Dernières nouvelles. — Revue financière.

N° 35. — Association britannique. — Exposition électrique du Royal Aquarium. — Etablissement des grandes lois de l'électricité. — Dialogue sur les unités absolues. — Volta. — L'étude électrique du fond des Océans. — Les accumulateurs au théâtre et sur le boulevard. — L'insulite, nouvel isolant. — Observations expérimentales. — Dernières nouvelles. — Revue financière.

N° 36. — Exposition de Bordeaux. — Congrès des électriciens. — L'électricité en Chine. — La phosphorescence des mers. — Les tunnels et l'électricité. — Grand canard astronomique de 1882. — Académie des sciences. — Chronique. — Correspondance. — Revue financière.

The Electrician, vol. IX.

N° 14. — Slip. — Ostrogovich's telegraphic printing instrument. — The Crystal Palace exhibition. — The battle of the telephones. — The Postmaster general annual report. — Repair of the Porthcurno-Lisbon cable. — Correspondence. — The Gerard system of electric lighting. — Examination questions.

N° 15. — Slip. — Examination questions. — British Association. — Electricity in the manufactures. — Young's patent speed indicator. — Original discovery of the dipping needle. — The Crystal Palace exhibition. — British Association. — Electric lighting at South Kensington. — Correspondence.

N° 16. — *W. H. Preece.* On a new arc electric lamp. — The detection of adulteration of metallic nickel by the magnet. — British Association. — Science pure and applied. — *Pr. W. E. Ayrton and J. Perry.* Measuring instruments used in electric lighting and transmission of power. — Electrical measurements and machines. — Correspondence. — *F. J. Sprague.* Demands of a general system of electric distribution.

N° 17. — Slip. — *W. H. Preece.* Recent progress in telephony. — Correspondence. — The electric light at the Birmingham musical festival. — Open competition. — General Lüders. — British Association. — Electro-magnetism as a prime mover. — Influence of the positive electrode on the chemical work of a battery. — *F. J. Sprague.* The Edison system of electric distribution.

La lumière électrique, tome VII.

N° 33. — *Th. du Moncel.* La question des téléphones en Amérique et en Angleterre. — *A. Guérout.* Le télémètre de M. Siemens. — *G. Richard.* Le dynagraphe de M. Dudley. — *C. C. Soulages.* Compagnie générale belge de lumière électrique. — *A. H. Noaillon.* La lampe Robert. — Appareil Wheatstone; relais rapide de M. Preece. — Revue des travaux récents en électricité. — Correspondance. — Faits divers.

N° 34. — *Th. du Moncel.* Les courants ondulatoires. — *H. Faye.* A propos des cyclones d'Amérique. — *A. H. Noaillon.* L'éclairage du Comptoir d'Escompte. — Appareils télégraphiques multiples reposant sur la division du temps. — *Nelius.* Quelques appareils de la section allemande. — Revue des travaux récents en électricité. — Correspondance. — Faits divers.

N° 35. — *Th. du Moncel.* Conductibilité des corps très-divisés. — *M. Deprez.* Recherches expérimentales sur les machines dynamo-électriques. — *Dr. A. d'Arsonval.* Les sciences physiques en biologie. — *A. Guérout.* Expériences de M. Spottiswoode sur la décharge d'une bobine d'induction actionnée par des courants alternatifs. — *C. C. Soulages.* Les appareils de MM. Sautter, Lemonnier & Cie. — *O. Kern.* La lumière électrique appliquée aux explorations sous-marines. — Appareils télégraphiques multiples reposant sur la division du temps. — Revue des travaux récents en électricité. — Correspondance. — Faits divers.

N° 36. — *Th. du Moncel.* Etudes sur le magnétisme. — *C. Herz.* Une exposition d'électricité à Munich. — *C. C. Soulages.* Eclairage électrique de Chesterfield. — Appareils de télégraphie sous-marine. — *Fr. Géraldy.* Essais du télégraphe harmonique de E. Gray entre Paris et Bruxelles. — Bibliographie. — Correspondance. — Faits divers.

Centralblatt für Elektrotechnik, vol. IV.

N° 19. — Rundschau. — Nekrolog. — Die elektrische Strassenbeleuchtung in Nürnberg. — *Schäfer und Montanus.* Elektrischer Wasserstands-Zeiger. — *Cl. Dupuy.* Elektrische Lokomotive mit Accumulator. — *O. Schulze.* Elektrische Lampe. — *Deprez und Carpentier.* Voltmeter und Amperemeter. — *W. E. Ayrton und John Perry.* Arc-horse-power measurer. — Umschau auf dem Gebiete physikalischer Forschung. — Literatur. — Kleinere Mittheilungen.

N° 20. — Rundschau. — *G. F. Barker, W. Crookes. A. Rundt, E. Hagenbach, E. Mascart.* Bericht über die Incandescenzlampen auf der Pariser Elektrizitäts-Ausstellung vom Experimentalcomité. — *A. Bornhardt.* Die Zünd-Elektrizirmaschine. — *A. Erich.* Neuerung in der Leitung des elektrischen Stromes bei elektrischen Bahnen. — Schwan'sche Glühlichtbeleuchtung in Paris. — Kleinere Mittheilungen.

L'Electricité russe, 1882.

N° 13. — *D. Latschinoff.* De la distribution des lampes en dérivation. — *W. Tichomiroff.* Des lampes à incandescence. — Le gaz et l'électricité. — *E. Hospitalier.* Piles et accumulateurs. — Les condensateurs parlant de M. Dunan. — La lampe Solignac. — Revue des travaux. — Bibliographie. — Faits divers.

N° 14. — *M. Avenarius.* De la propagation de l'éclairage électrique sur une grande échelle. — *A. Sauvage.* Quelques mots sur les piles à acide chromique. — *E. Troïtzki.* Sur l'enregistrement des indications thermométriques. — *N. Orloff.* Quelques mots sur un appareil imprimeur. — *E. Reynier.* Sur les améliorations récentes dans les piles électriques. — *Gladstone et Triebe.* Des phénomènes chimiques dans les piles Planté et Faure. — *J. Carpentier.* Le mélographe. — Revue des travaux. — Faits divers.

L'Electricien, Tome III.

N° 34. — *M. Gariel.* Etudes élémentaires sur les formules relatives aux courants. — *A. Niaudet.* Marteau-pilon électrique de M. Marcel Deprez. — *A. Achard.* Remarque sur la loi du magnétisme efficace d'une dynamo-machine. — *Clausius.* Sur les différents systèmes de mesure des grandeurs électriques et magnétiques. — *G. Belle.* Sur la détermination analytique des meilleurs éléments de construction des transmetteurs à charbon. — *E. Reynier.* Lampes à incandescence fonctionnant à l'air libre. — *Dr. P. Regnard.* Appareil enregistreur du dégagement ou de l'absorption des gaz. — *J. Berly.* Correspondance anglaise. — Bibliographie.

N° 35. — *Ternant.* Curb-Sender automatique de MM. Thomson et Jenkin. — *A. Niaudet.* Expériences nouvelles d'auditions musicales téléphoniques. — *L. Baclé et R. Seguéla.* Des diverses applications de l'électricité dans l'industrie des chemins de fer. — *E. Reynier.* Sur un moyen de changer automatiquement le mode de couplage des fils des électros dans les machines dynamo-électriques. — *Tvéritinoff.* Montage des machines dynamo-électriques sur un arbre flexible. — *Ph. Delahaye.* Chronique. — *J. Berly.* Correspondance anglaise. — *E. Allard.* De l'emploi de la lumière électrique dans les phares. — *A. Gérard.* Veilleur automatique. — Revue des sociétés savantes. — Correspondance.

Post und Telegraph, 1re année.

N° 20. — *J. Glassner.* Die Morse-Telegraphie leichtfasslich dargestellt. — Die Ergebnisse der Reichs- Post- und Telegraphen-

Verwaltung während der Jahre 1879 bis 1881. — Kleine Mittheilungen.

N° 21. — *J. Glassner.* Die Morse-Telegraphie leichtfasslich dargestellt. — Die Ergebnisse der Reichs- Post- und Telegraphen-Verwaltung während der Jahre 1879 bis 1881. — Aenderung der constanten Verbindungen des Hughe'schen Typendruck-Apparates. — Kleine Mittheilungen.

N° 22. — *J. Glassner.* Die Morse-Telegraphie leichtfasslich dargestellt. — Die Ergebnisse der Reichs- Post- und Telegraphen-Verwaltung während der Jahre 1879 bis 1881. — Kleine Mittheilungen.

Der Electro-Techniker, 1er volume.

N° 11. — *Ph. Hess.* Die electrotechnische Ausstellung zu Paris 1881. — Electricität und Magnetismus. — Ausbreitung der electrischen Beleuchtung. — Die electrische Beleuchtung in New-York. — Die electro-technische Ausstellung in München — Kleine Mittheilungen.

Comptes-rendus de l'Académie des sciences, tome XCV.

N° 6. — *A. d'Arsonval.* Recherches sur le téléphone.

N° 7. — *H. Geoffroy.* Sur un nouveau procédé d'isolement des fils électriques. — *C. Decharme.* Expériences hydrodynamiques: imitation par les courants liquides ou gazeux des fantômes magnétiques obtenus avec les courants électriques ou les aimants.

N° 8. — *C. Decharme.* Expériences hydrodynamiques: imitation par les courants liquides ou gazeux, des stratifications de la lumière électrique dans les gaz raréfiés, et de diverses formes de l'étincelle électrique.

N° 9. — *D'Abadie.* Sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée. — *G. Planté.* Sur la formation des couples secondaires à lame de plomb.

N° 10. — *G. Le Goarant de Tromelin.* Considérations théoriques et pratiques sur les phénomènes de l'induction électromagnétique. — Application aux types des machines les plus répandues.

Philosophical Magazine, vol. 14.

N° 87. — *J. Elster and H. Geitel.* On the electricity of flame. — *Lord Rayleigh.* On the equilibrium of liquid conducting masses charged with electricity. — *C. R. A. Wright.* On the determination of chemical affinity in terms of electromotive force. — *J. J. Thomson.* On the dimensions of a magnetic pole in the electrostatic system of units. — *Fr. J. Smith.* A new form of magnetic torsion-balance and magnetometer.

Crónica cientifica, 5e année.

N° 112. — Crónica de física. — Academia de ciencias de Paris. — Crónica.

N° 113. — Crónica de física.

Revue scientifique, Tome 30.

N° 7. — *N. Spring.* Le siège des orages et leur origine.

N°s 8, 9 et 10. — Académie des sciences de Paris.

N° 11. — *William Siemens.* La physique générale et ses applications. — Académie des sciences de Paris.

Le Monde de la science et de l'industrie, 5e année.

N° 16. — *A. Boucher.* L'éclairage électrique: système Edison.

N° 17. — La lumière à incandescence par le gaz. — Congrès d'électriciens. — Une pile constante. — L'éclairage électrique: système Edison.

Moniteur industriel belge, vol. IX.

N° 33. — Une pile constante. — Téléphones.

N° 34. — Congrès d'électriciens.

N° 35. — Nouveau système télégraphique. — Nouveaux câbles transatlantiques. — Chemins de fer électriques.

N° 36. — Postes et télégraphes.

L'Ingénieur Conseil, 5e année.

N° 1. — Principes de la science de l'électricité. — *J. Banneux.* La téléphonie à grande distance. — Faits divers.

N° 2. — Principes de la science de l'électricité. — Faits divers.

Nouvelles.

Des communications télégraphiques sont rétablies avec le Caire depuis le 16 de ce mois. Ce rétablissement est effectué au moyen du câble sous-marin d'Alexandrie à Port-Saïd dont nous avons annoncé la pose dans notre dernier numéro, et de la ligne terrestre de Port-Saïd au Caire qui a été réparée immédiatement après la prise de possession du territoire par l'armée anglaise. La taxe pour le Caire, à partir d'Alexandrie a été fixée, pour les télégrammes internationaux à fr. 0,50 par mot. Toutefois, vu la grande affluence des dépêches d'Etat qui encombre actuellement cette ligne, les télégrammes privés pour le Caire ou au delà ne peuvent être acceptés qu'aux risques des expéditeurs.

* * *

Le câble de Souakim à Djedda dont nous annoncions la pose prochaine dans notre dernier numéro, a été ouvert au service le 27 Août dernier. Cette communication n'a guère pu, d'ailleurs, être utilisée jusqu'à ce jour, vu, d'abord, l'interruption de toutes les communications avec l'intérieur de l'Egypte et, depuis le 16 Septembre, en raison du mouvement considérable des télégrammes de la seule ligne ouverte avec le Caire. Les conditions du transit, à travers l'Egypte, des correspondances échangées, par cette nouvelle voie, avec l'Hedjaz et l'Yemen ne sont pas, du reste, encore parfaitement établies ni régulièrement connues.

* * *

C'est le 1er de ce mois qu'est entré en vigueur l'arrangement télégraphique conclu entre la France et la Grèce dont nous avons fait connaître les principales dispositions dans notre dernier numéro. La voie Catarina-Larissa étant, d'ailleurs, interrompue depuis le 30 Août dernier, cette mise en application n'a pour le moment d'effet qu'en ce qui concerne la voie d'Otrante-Zante.

* * *

La Compagnie Central and South American a heureusement terminé maintenant l'établissement de la série des lignes terrestres et de câbles sous-marins dont nous avons déjà parlé en détail dans notre numéro du 25 Mai

dernier (vol. VI, p. 87 et suiv.) et qui relie entre eux les réseaux des deux Continents américains, en ralliant, en outre, à l'ensemble des communications générales du monde, les réseaux jusque là isolés des cinq républiques de l'Amérique centrale: Guatemala, San-Salvador, Honduras, Nicaragua et Costa-Rica; des Etats-Unis de Colombie et de la République de l'Equateur. On attend d'un jour à l'autre l'annonce de l'ouverture au service international de ces importantes communications.

* * *

Une loi vient d'être récemment votée par les Chambres italiennes pour la réduction du tarif intérieur de ce pays. Aux termes de cette loi, qui entrera en vigueur au 1er Janvier prochain, la taxe du télégramme simple de 15 mots restera fixée à 1 Lira (1 franc), mais la taxe additionnelle de 10 centimes par mot supplémentaire sera réduite à 5 centimes. Quant aux télégrammes urgents, la taxe en sera abaissée, dans les limites de 15 mots, de 5 à 3 Lire, avec augmentation de 15 centimes par mot additionnel.

La loi donne en outre au Gouvernement la faculté de percevoir les taxes au moyen de timbres-télégrammes quand il le jugera convenable, ainsi que l'autorisation d'établir le tarif pour la location de fils télégraphiques, pour conversations par télégraphe entre particuliers, et pour les communications téléphoniques entre abonnés toutes les fois que l'Etat se chargera directement du service téléphonique.

* * *

Par décision du Gouvernement britannique, l'emploi du langage secret a été momentanément interdit pour les correspondances privées échangées avec Aden. Mais cette interdiction n'a été que de très-courte durée, car notifiée à la date du 15 de ce mois, elle a été levée le 18.

* * *

Voici la liste des principales communications internationales dont l'état a subi des modifications depuis la publication de notre dernier numéro.

	Date de l'interruption.	Date du rétablissement.
Câble transatlantique de Brest de la Cie anglo-américaine	20 Mars 1882.	20 Septemb. 1882.
Lignes terrestres égyptiennes entre Port-Saïd et le Caire	21 Août „	16 Septemb. 1882.
Ligne Catarina-Larissa . .	30 Août „	Encore interrompue.
Câble Shanghaï-Nagasaki .	3 Septemb. 1882.	16 Septemb. 1882.
„ Shanghaï-Amoy . .	5 „ „	5 „ „
„ Jamaïque-Colon . .	13 „ „	Encore interrompu.
„ Amoy-Hong-Kong .	21 „ „	dito.
„ St-Vincent-Grenada .	21 „ „	dito.

* * *

L'ouverture de l'Exposition internationale d'électricité de Munich combinée avec des essais électro-techniques, a eu lieu le Samedi 16 de ce mois, conformément à la date annoncée, dans le Palais royal de cristal qui lui a été affecté. La cérémonie solennelle de cette ouverture a commencé à 7 heures ½ du soir, au moment où est arrivé le Prince Charles Théodore, représentant de S. M. le Roi de Bavière, qui a été reçu par le Comité d'organisation. Après un discours de bienvenue de M. le Dr. Beetz, Président du Comité, l'Exposition a été déclarée ouverte par le Prince Charles Théodore, au nom de Sa Majesté, et l'assistance a salué cette déclaration de ses hurrahs, en même temps que l'orchestre entonnait l'hymne national.

Les invités du Comité se sont ensuite formés en cortège pour visiter l'Exposition et cette visite s'est terminée par la représentation de quelques tableaux vivants éclairés à la lumière électrique sur la petite scène théâtrale de l'Exposition.

* * *

Dans l'article sur la télégraphie à longue distance que nous avons publié dans notre dernier numéro, M. J. Banneux attribue à M. le colonel Navez la première idée d'utiliser en téléphonie la bobine de Rhumkorff. La *Lumière électrique* donne sur la priorité de cette invention les explications suivantes:

Les bobines d'induction ont été employées par M. Gray, dès l'année 1874, dans son téléphone musical, pour transmettre d'une manière plus nette et plus accentuée les effets électriques transmis par ses vibrateurs. D'un autre côté, on trouve dans la spécification du brevet de M. Berliner, portant la date du 16 Octobre 1877, mais déposée le 4 Juin 1877, non seulement l'indication de l'emploi des bobines d'induction pour la transmission de sons articulés, mais encore le dessin de ces bobines et leur mode d'ajustement dans le circuit. La reproduction du dessin dans ce brevet se trouve dans l'ouvrage de M. du Moncel sur *le microphone,* p. 21. On voit même qu'il employait ces bobines pour la reproduction des sons dans son récepteur qu'il avait réduit à un simple transmetteur microphonique à double contact de charbon. D'un autre côté, M. Edison a également spécifié l'emploi des bobines d'induction dans ses brevets. Or, la première mention de l'emploi de la bobine d'induction pour les transmissions téléphoniques faite par le colonel Navez, remonte au 2 Février 1878, et figure dans une note insérée au Bulletin de l'Académie royale des sciences de Belgique (numéro de février). A cette époque, les travaux américains étaient peu connus en Europe, et c'est à l'occasion d'une note de MM. Pollard et Garnier, présentée à l'Académie des Sciences, le 25 Février 1878, que M. Navez envoya sa réclamation de priorité à laquelle M. Th. du Moncel dut répondre en faisant connaître les travaux de MM. Gray et Edison sur cette question. Cette réclamation et cette réponse figurent aux *Comptes rendus* de l'année 1878, t. 86, p. 705.

IMPRIMERIE RIEDER & SIMMEN A BERNE.